

**BEST AVAILABLE COPY**

PCT/ES 2004/000313

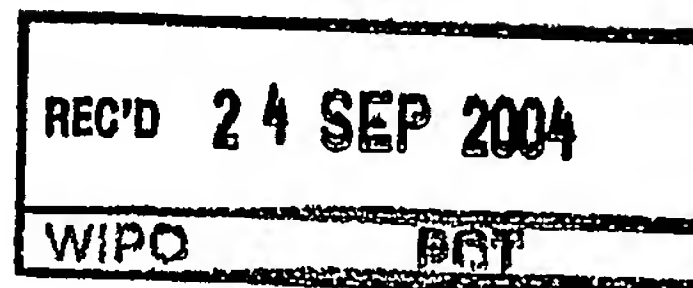
ES04/313



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



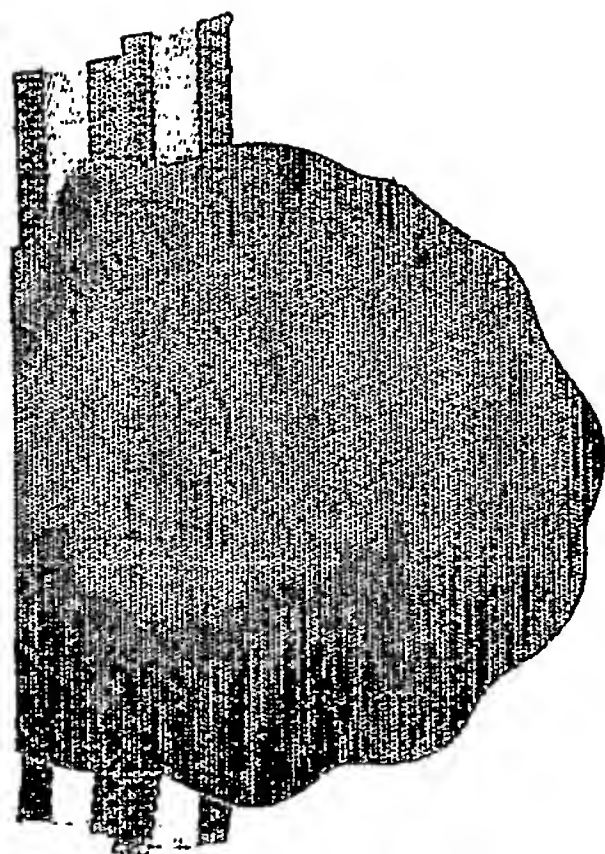
Oficina Española  
de Patentes y Marcas



## CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200301571, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 4 de Julio de 2003.

Madrid, 2 de Agosto de 2004

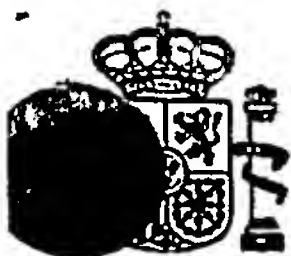


El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

M<sup>a</sup> DEL MAR BIARGE MARTÍNEZ

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

## INSTANCIA DE SOLICITUD

NUMERO DE SOLICITUD

**P200301571**

**'03 JUL -4 11:28**

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

FECHA Y HORA PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN:

CÓDIGO

**MADRID**

**28**

(1) MODALIDAD:

☒ **PATENTE DE INVENCION**

(art. 53 de la Ley Orgánica  
11/2002 de Normalización Universitaria)  
☐ **MODELO DE UTILIDAD**

(2) TIPO DE SOLICITUD:

☐ ADICIÓN A LA PATENTE

☐ SOLICITUD DIVISIONAL

☐ CAMBIO DE MODALIDAD

☐ TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA

☐ PCT: ENTRADA FASE NACIONAL

(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:

MODALIDAD

Nº SOLICITUD

FECHA SOLICITUD

(5) SOLICITANTE (S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL

**UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA**

NOMBRE

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Dpto. SECRETARÍA GENERAL

NACIONALIDAD

**Española**

CÓDIGO PAÍS

**ES**

DNI/CIF

**Q1518001A**

CNAE

**803**

PYME

**4**

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE:

DOMICILIO **Edificio CACTUS - CITT - Campus sur**

LOCALIDAD **Santiago de Compostela**

PROVINCIA **A Coruña**

PAÍS RESIDENCIA **España**

NACIONALIDAD **Española**

REPROGRAFIA  
**Panamá, 1 - Madrid 28071**

TELÉFONO **981 547050**

FAX **981 547077**

CORREO ELECTRÓNICO **cittfci@usc.es**

CÓDIGO POSTAL **15782**

CÓDIGO PAÍS **ES**

CÓDIGO PAÍS **ES**

(7) INVENTOR (ES):

APELLIDOS

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO

**Granja Guillán  
Castedo Expósito  
García Fandiño**

**Juan  
Luis  
Rebeca**

**Española  
Española  
Española**

PAÍS  
**ES  
ES  
ES**

(8) ☐ EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR

☒ EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR

(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO:

☒ INVENC. LABORAL

☐ CONTRATO

☐ SUCESIÓN

(10) TÍTULO DE LA INVENCION:

**Procedimiento de obtención de taxoesteroides y sus precursores.**

(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA:

☐ SI

☒ NO

(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR

FECHA

(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD:

PAÍS DE ORIGEN

CÓDIGO  
PAÍS

NÚMERO

FECHA

(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 162. LEY 11/86 DE PATENTES

☐

(15) AGENTE /REPRESENTANTE: NOMBRE Y DIRECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLENSE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES)

(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN.

☒ DESCRIPCIÓN Nº DE PÁGINAS: **21**

☒ Nº DE REIVINDICACIONES: **10**

☐ DIBUJOS Nº DE PÁGINAS:

☐ LISTA DE SECUENCIAS Nº DE PÁGINAS:

☒ RESUMEN

☐ DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☐ TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD

☐ DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN

☐ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE SOLICITUD

☐ HOJA DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

☐ PRUEBAS DE LOS DIBUJOS

☐ CUESTIONARIO DE PROSPECCIÓN

☐ OTROS:

FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE

(VER COMUNICACIÓN)

FIRMA DEL FUNCIONARIO

NOTIFICACIÓN SOBRE LA TASA DE CONCESIÓN:

Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986.

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

Informacion@oepm.es

www.oepm.es

C/ PANAMÁ, 1 • 28071 MADRID

NO CUMPLIMENTAR LOS RECUADROS ENMARCADOS EN ROJO



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

NÚMERO DE SOLICITUD

**P200301571**

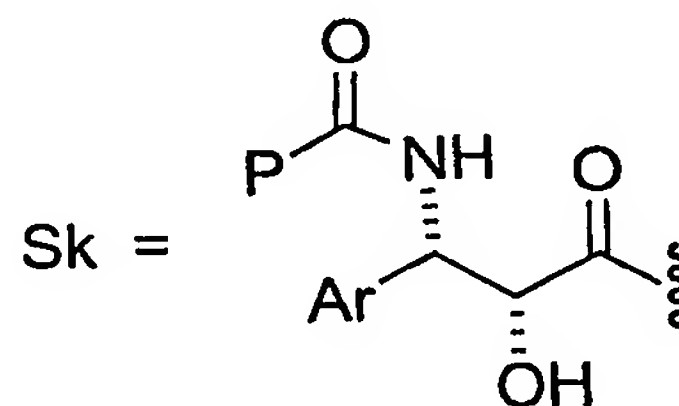
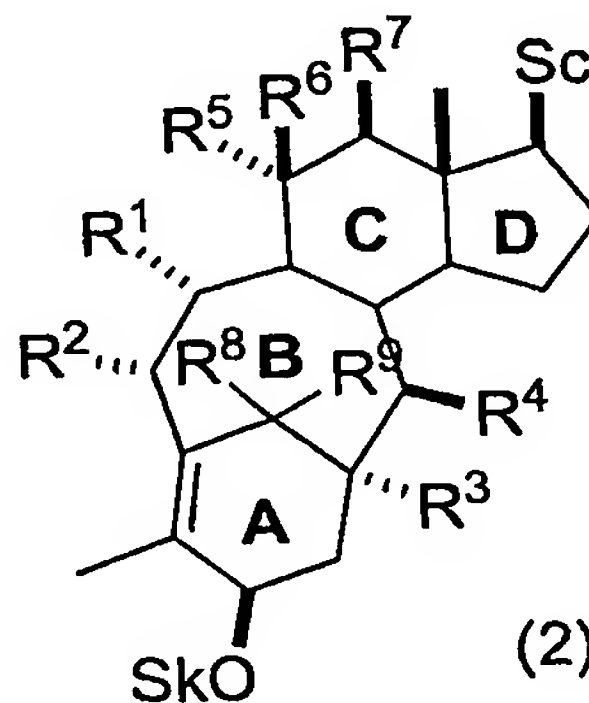
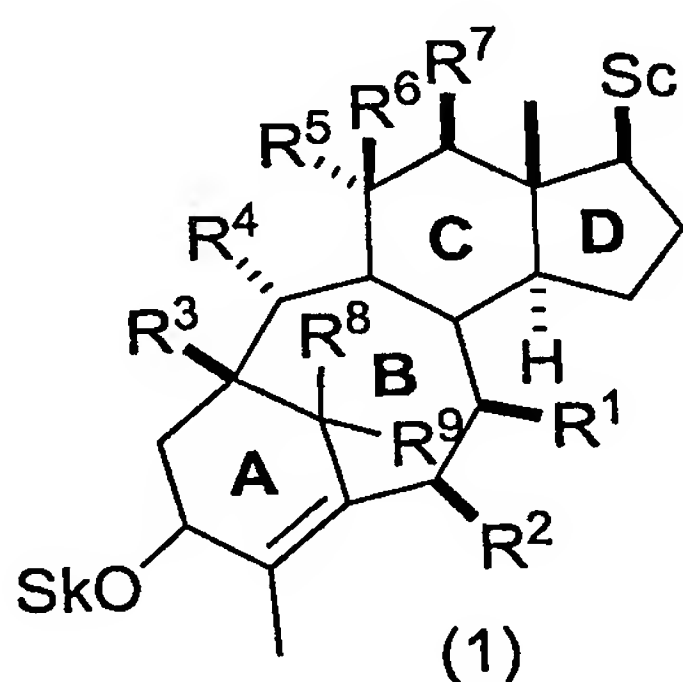
FECHA DE PRESENTACIÓN

## RESUMEN Y GRÁFICO

### RESUMEN (Máx. 150 palabras)

Procedimiento de obtención de taxoesteroides y sus precursores a partir de los bicíclidos hidrindánicos. Los compuestos poseen un sistema tetracíclico que reúne las características estructurales de los taxanos, como es el sistema biciclo[5.3.1]undecano (ciclos A y B) fusionado a un anillo de seis miembros (C), y de los esteroides, como son, el biciclo CD, el anillo A y la cadena lateral (Sc). Se describe el procedimiento de preparación de los compuestos y su aplicación como composiciones con propiedades farmacológicas de interés.

### GRÁFICO



Taxoesteroides



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

(21) NÚMERO DE SOLICITUD

P200301571

(22) FECHA DE PRESENTACIÓN

(62) PATENTE DE LA QUE ES  
DIVISORIA

(31) NÚMERO

DATOS DE PRIORIDAD

(32) FECHA

(33) PAÍS

(71) SOLICITANTE (S)

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

DOMICILIO Edificio CACTUS – CITT - Campus sur  
15782 - Santiago de Compostela

NACIONALIDAD Española

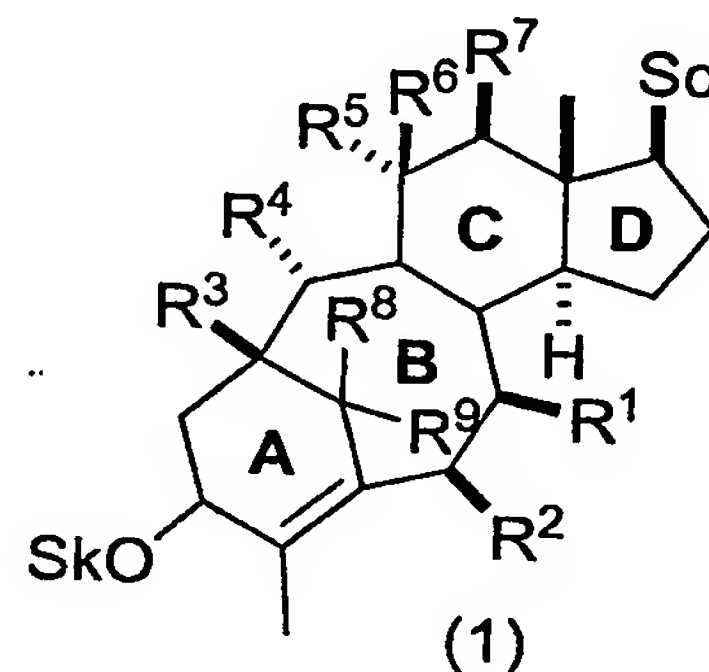
(72) INVENTOR (ES) Juan Granja Guillén; Luis Castedo Expósito; Rebeca García Fandiño.

(51) Int. Cl.

GRÁFICO (SÓLO PARA INTERPRETAR RESUMEN)

(54) TÍTULO DE LA INVENCION

Procedimiento de obtención de taxosteroides y sus precursores.



(57) RESUMEN

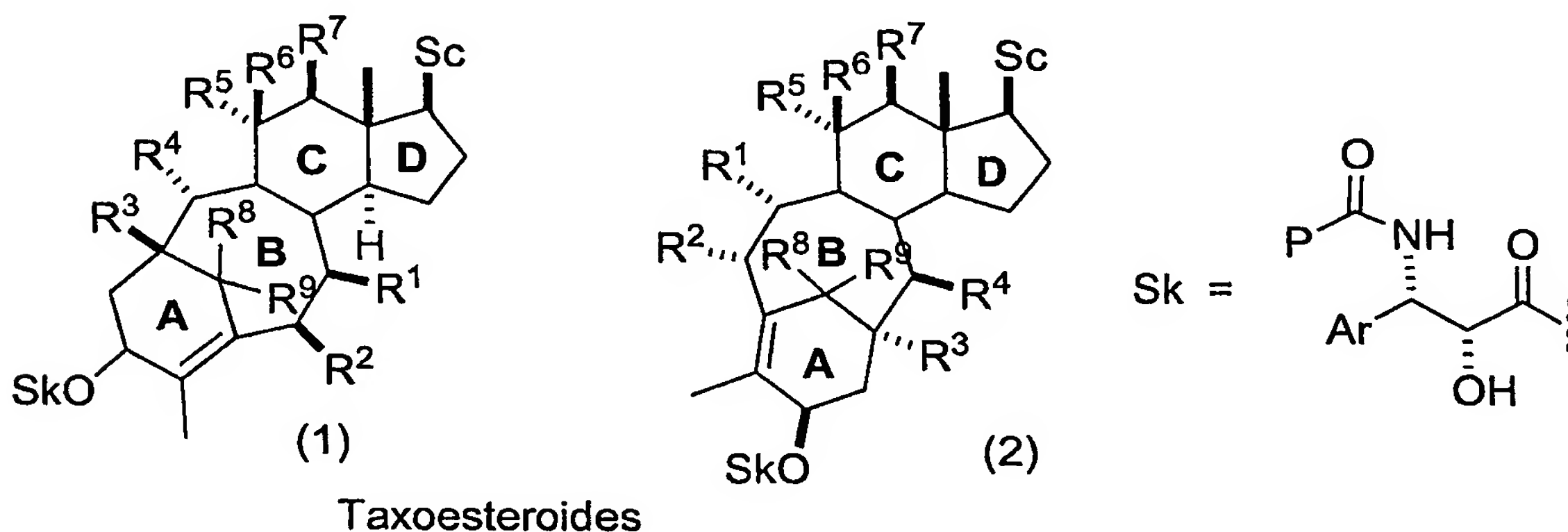
Procedimiento de obtención de taxosteroides y sus precursores a partir de los bicíclidos hidrindánicos. Los compuestos poseen un sistema tetracíclico que reúne las características estructurales de los taxanos, como es el sistema biciclo[5.3.1]undecano (ciclos A y B) fusionado a un anillo de seis miembros (C), y de los esteroides, como son, el biciclo CD, el anillo A y la cadena lateral (Sc). Se describe el procedimiento de preparación de los compuestos y su aplicación como composiciones con propiedades farmacológicas de interés.

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de obtención de taxoesteroides y sus precursores.

La presente invención se refiere al procedimiento de obtención de taxoesteroides, que poseen una estructura híbrida de esteroide y taxano; y la obtención de los intermedios  
5 precursores de dichos taxoesteroides. Los compuestos son preparados a partir de biciclos hidrindánicos característicos de los esteroides.

Los taxoesteroides presentan la siguiente fórmula:

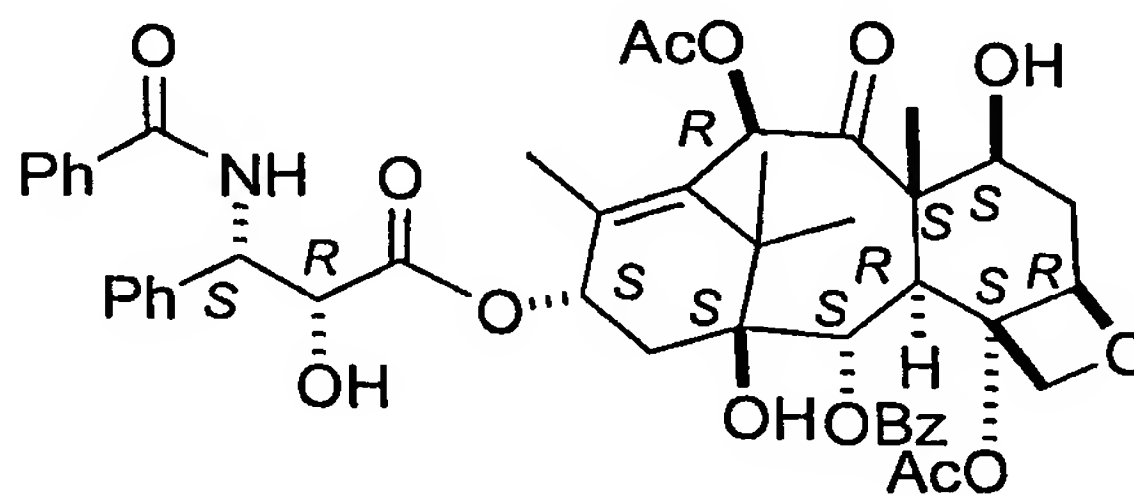


10

donde R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> pueden ser hidrógeno o un grupo aciloxi, alquiloxi o alquílico con cadenas de C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>; Sc es la cadena lateral característica de los esteroides; y Sk es una cadena aminoácida análoga a la de los taxanos, en la cual Ar puede ser cualquier compuesto aromático, y P un radical alquiloxi con cadenas de C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>.

15

El taxol (NSC 125973; paclitaxel; plaxicel; yewtaxan), Registry Number: [33069-62-4]; de fórmula molecular: C<sub>47</sub> H<sub>51</sub> N O<sub>14</sub>, y estereoquímica absoluta, Rotación (-):



20

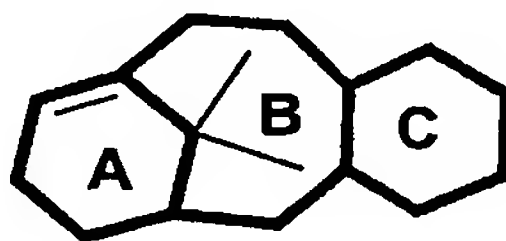
Taxol

es un derivado taxano-terpénico, que se aisló en 1971 de la corteza del *Taxus brevifolia* y que desde 1992 se utiliza (aprobada por la FDA, US Food and Drug Administration) en el tratamiento de metástasis del cáncer de ovario y posteriormente para el tratamiento del cáncer  
25 de pecho (revisión sobre este tema véase *Taxol: Science and Applications*; Suffness, M., Ed.;



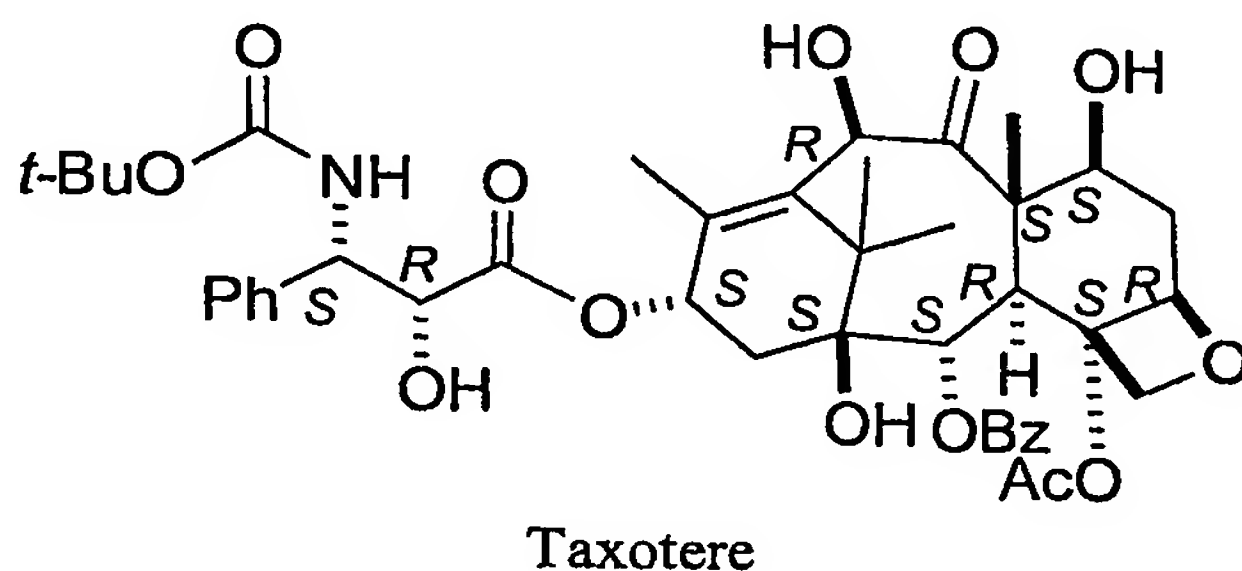
CRC: Boca Raton, FL, 1995. Taxane Anticancer Agents: Basic Science and Current Status; Georg, G. I., Chen, T. T., Ojima, I., Vyas, D. M. Eds.; ACS Symposium Series 583; American Chemical Society: Washington, DC, 1995). El mecanismo de acción se cree que implica la formación e hiperestabilización de los microtúbulos, y de esta forma no se produce la disociación de los microtúbulos, etapa esencial para completar el ciclo de la división celular. También se ha publicado que el taxol induce la expresión de citoxinas, y que afecta la actividad de las quinasas, bloqueando procesos esenciales de la metástasis mediante un mecanismo aún no determinado.

Por todo ello, el taxol ha atraído la atención de los científicos, no solo por su inusual mecanismo de acción, sino también por su actividad contra todo tipo de cánceres que se ha probado, y porque es miembro de una familia de sustancias naturales, los taxanos, que poseen en común los tres anillos básicos (ABC), diferenciándose en los diversos sustituyentes que poseen en las distintas posiciones del esqueleto carbocíclico:

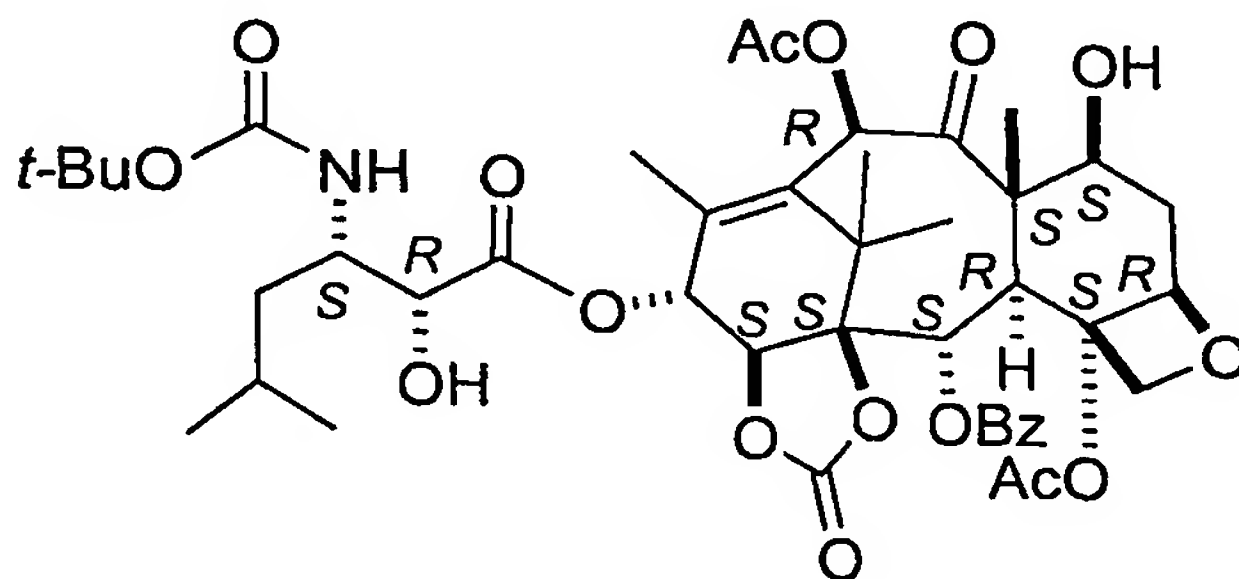


Los análogos más interesantes de todos ellos son el taxotere y el IDN 5109.

El taxotere (docetaxel), Registry Number: [114977-28-5]; de fórmula molecular: C<sub>43</sub>H<sub>53</sub>N O<sub>14</sub>, y estereoquímica absoluta, presenta una mayor solubilidad y actividad.



Taxotere



IDN 5109

El IDN 5109 (ortataxel), Registry Number: [186348-23-2]; de fórmula molecular: C<sub>44</sub>H<sub>57</sub>N O<sub>17</sub>, y estereoquímica absoluta representada anteriormente, es el primero con una buena biodisponibilidad oral y potente actividad antitumoral (Nicoletti, M. I. y col. *Cancer Research*, 2000, 60, 842). Estos compuestos son hoy en día reconocidos como una nueva clase  
5 de compuestos anticancerosos.

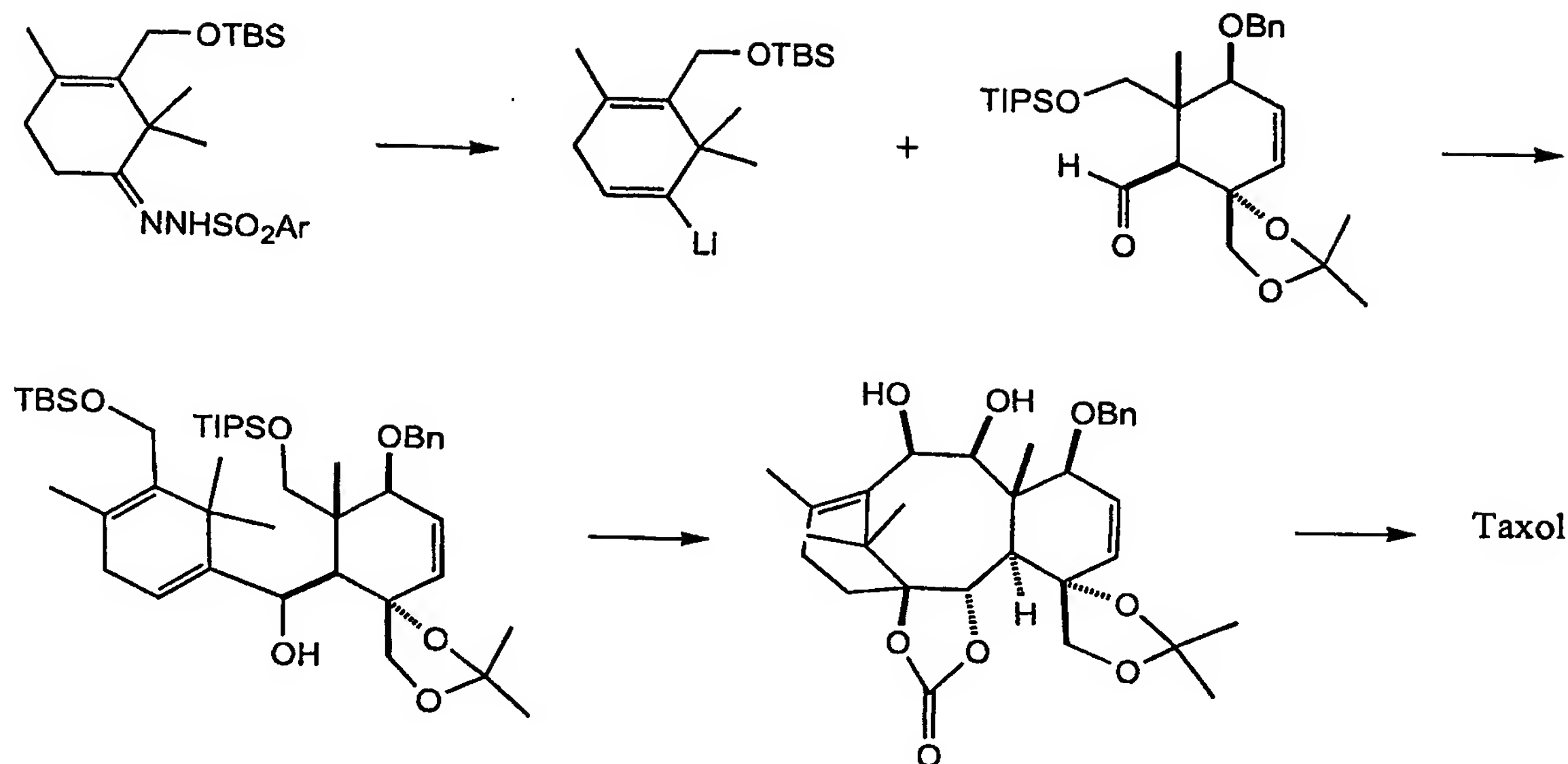
Un agente anticanceroso ideal tiene que ser selectivo hacia un determinado tejido, ya que reduce los efectos secundarios no deseados sobre las células normales. De esta forma son necesarios análogos con una mayor especificidad por los tejidos, ya que ello, junto con su baja solubilidad, es uno de los inconvenientes que presenta el taxol. Para remediar el problema de  
10 la baja solubilidad, el taxol se suele administrar disuelto en una mezcla que incluye cremophor, mezcla que puede causar hipersensibilidad inmunológica.

En los últimos años se han sintetizado más de 200 taxanos y estudiado su actividad anticancerosa, tanto en vivo como en vitro, aunque los estudios no han dado lugar a análogos  
ni más potentes, selectivos, o solubles, ni con mejor índice terapéutico, no encontrándose  
15 claramente ningún patrón que permita extraer una regla sobre su actividad. En general, aquellos compuestos que presentan una mayor actividad, tienen un espectro de acción tan  
amplio como el del propio taxol. Por tanto, no se ha podido sacar ningún patrón que permita  
predecir las posiciones que se pueden modificar para mejorar su actividad.

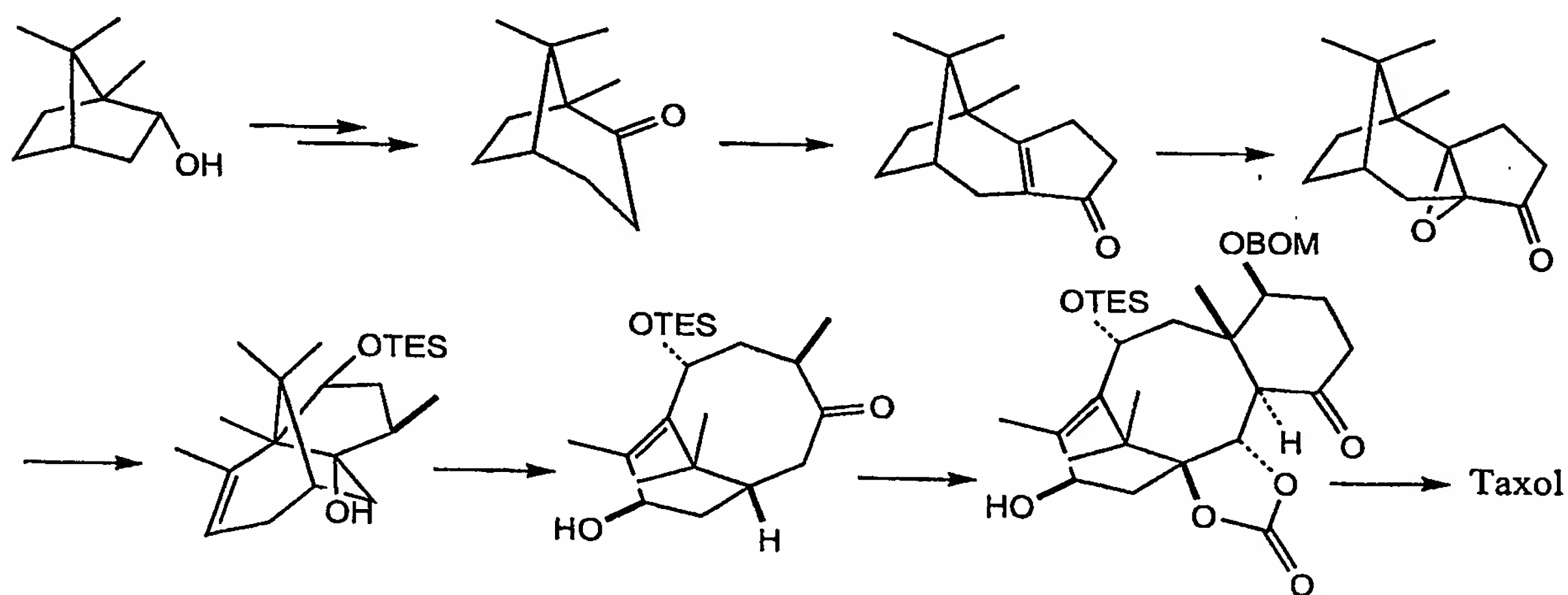
Para revisiones sobre la química y farmacología del taxol véanse las siguientes  
20 revisiones (Kingston, D. G. I.; Jagtap, P. G.; Yuan, H.; Samala, L. *Progress in the Chemistry of Organic Products* 2002, 84, 53-225. Mekhail, T. M.; Markman, M. *Expert Opinion on Pharmacotherapy* 2002, 3, 755-766. Miller, M. L. Ojima, I. *Chemical Record*, 2001, 195-211. Kingston, D. G. I. *Chem. Commun.* 2001, 867. Nicolaou, K. C.; Guy, R. K. *Angew. Chem. Int. Ed.* 1995, 34, 2079. Rowinsky, E. K.; Cazenave, L. A.; Donehower, R. C. *J. Natl. Cancer Inst.*  
25 1990, 82, 1247. Chabner, B. A. *Princ. Prac. Oncol.* 1991, 5, 1).

Recientemente, se han estudiado extensamente distintos métodos para la preparación tanto total como parcial del taxol y sus derivados, así como de otros taxanos.

Las primeras síntesis totales fueron descritas por Nicolaou (*Nature* 1994, 367, 630) y Holton (*J. Am. Chem. Soc.* 1994, 116, 1597 and 1599) de forma casi simultánea. La ruta de  
30 Nicolaou se basa en una estrategia convergente en la que se construyen por separado los anillos A y C, que posteriormente se unen por la parte inferior del esqueleto mediante una reacción de Shapiro. Posteriormente, el anillo B se completa mediante una reacción de McMurry, quedando las últimas etapas para la construcción del anillo D e introducción de la cadena aminoacídica.



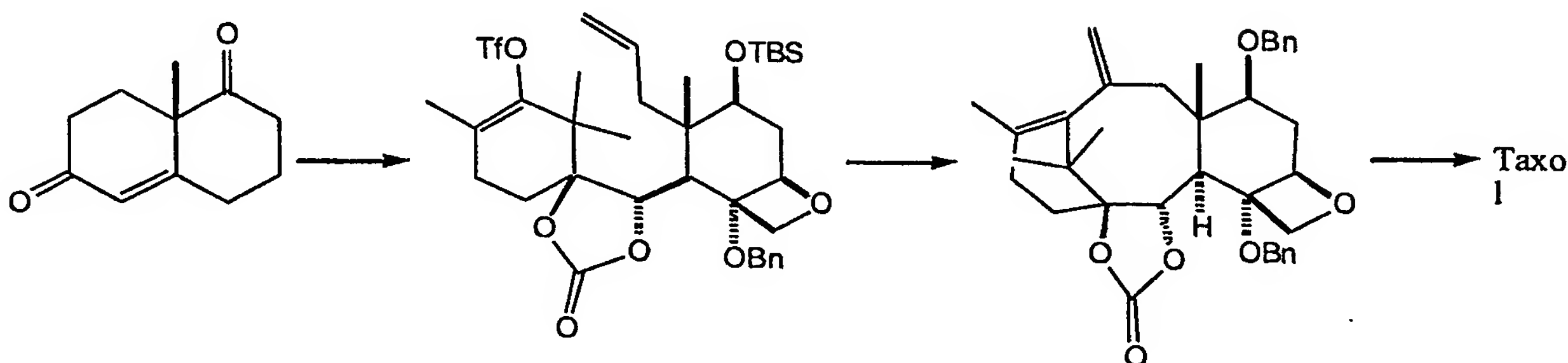
La síntesis de Holton utiliza una estrategia lineal en la que se van construyendo paulatinamente los anillos ABCD. La sustancia de partida empleada en esta síntesis es el borneol, que se transforma en una cetona tricíclica insaturada, que posteriormente se convierte en el óxido de  $\beta$ -patchouleno. A partir del mismo se obtiene un derivado carbocíclico insaturado que contiene un alcohol terciario. La subsiguiente epoxidación de este compuesto y el posterior tratamiento del epóxido resultante con un ácido de Lewis induce una fragmentación para generar los anillos A y B del taxol. El anillo C se introduce finalmente sobre el fragmento bicíclico anterior, empleándose una metodología muy laboriosa de tipo Robinson-Stork.



La tercera síntesis total la realizó el grupo del Prof. Danishefsky (*J. Am. Chem. Soc.* (1996) 118, 2843) en la que empleaba como sustancia de partida la cetona Wieland-Miescher, que tras una compleja estrategia sintética se transforma en un enol triflato que contiene el



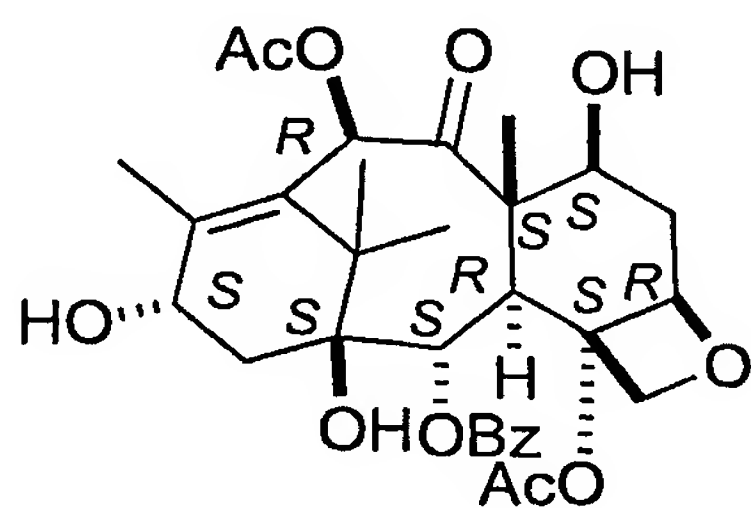
anillo C funcionalizado adecuadamente. El anillo B del taxol se forma eficientemente mediante una ciclación de Heck. Posteriores modificaciones permiten introducir la cadena lateral aminoacídica y la dihidroxilación del anillo B.



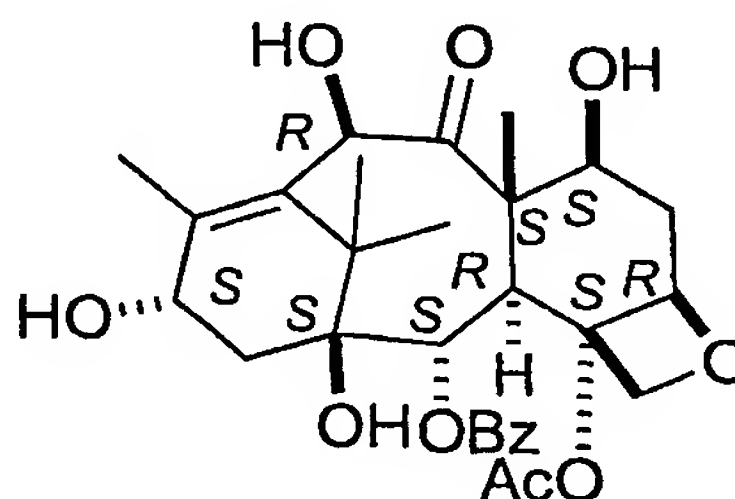
5

Posteriormente aparecieron otras aproximaciones a la síntesis tanto del taxol como del esqueleto policíclico de los taxanos. Entre las numerosas estrategias (véanse, Kingston, D. G. I.; Jagtap, P. G.; Yuan, H.; Samala, L. *Progress in the Chemistry of Organic Products* 2002, 84, 53. Mekhail, T. M.; Markman, M. *Expert Opinion on Pharmacotherapy* 2002, 3, 755. Miller, M. L. Ojima, I. *Chemical Record*, 2001, 195-211. Kingston, D. G. I. *Chem. Commun.* 2001, 867. Nicolau, K. C.; Guy, R. K. *Angew. Chem. Int. Ed.* 1995, 34, 2079. Rowinsky, E. K.; Cazenave, L. A.; Donehower, R. C. *J. Natl. Cancer Inst.* 1990, 82, 1247. Chabner, B. A. *Princ. Prac. Oncol.* 1991, 5, 1), caben destacar la basada en una cicloadición tándem de Diels-Alder (Jeffrey D. Winkler y otros *J. Org. Chem.* 1997, 62, 2957-2962), en la que se genera directamente el sistema B/C del núcleo taxánico en dos etapas, y la que incluye reacciones de metátesis (Prunet, J.; Bourgeois, D.; Mahuteau, J.; Pancrazi, A.; Nolan, S. P.; *Synthesis* 2000, 6, 869).

Además de estas múltiples síntesis, la forma más apropiada de acceder, tanto al taxol como a sus análogos, es a través de la síntesis parcial mediante la modificación de los derivados naturales más abundantes, como la baccatina III y la 10-deacetilbaccatina III (véase ejemplos: *Journal of Organic Chemistry*: 1986, 51, 46; 1990, 55, 1957; 1991, 56, 1681; 1991, 56, 6939; 1992, 57, 4320; 1992, 57, 6387; y 1993, 58, 255).



Baccatina III

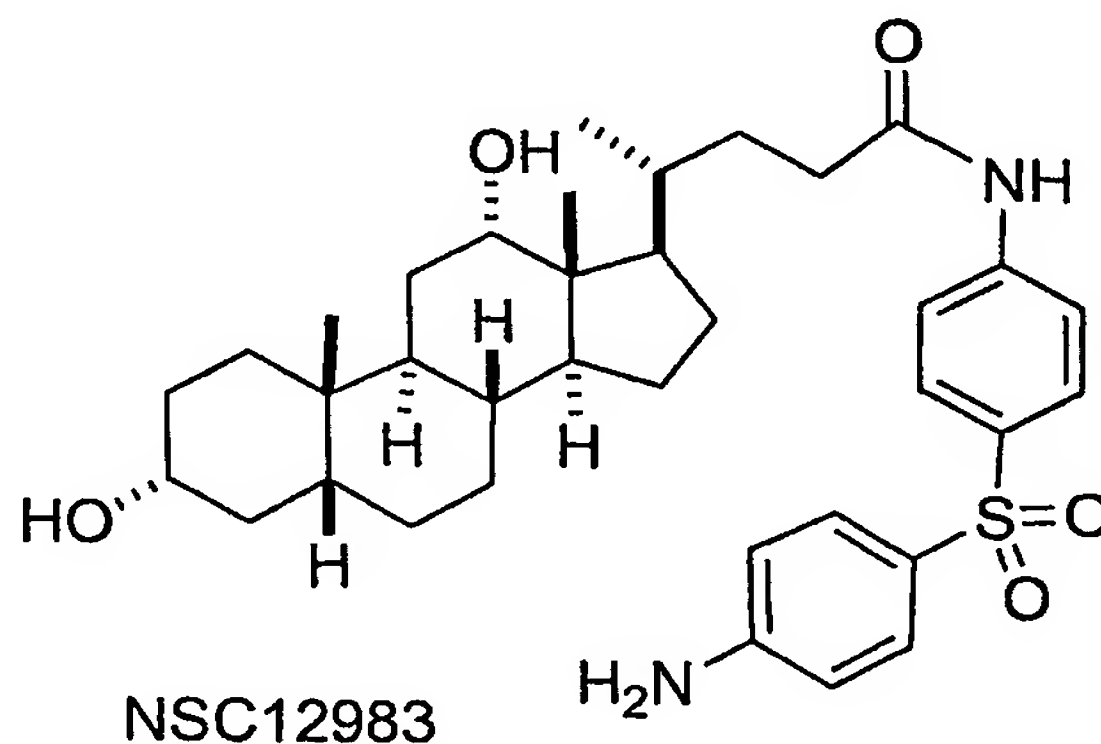
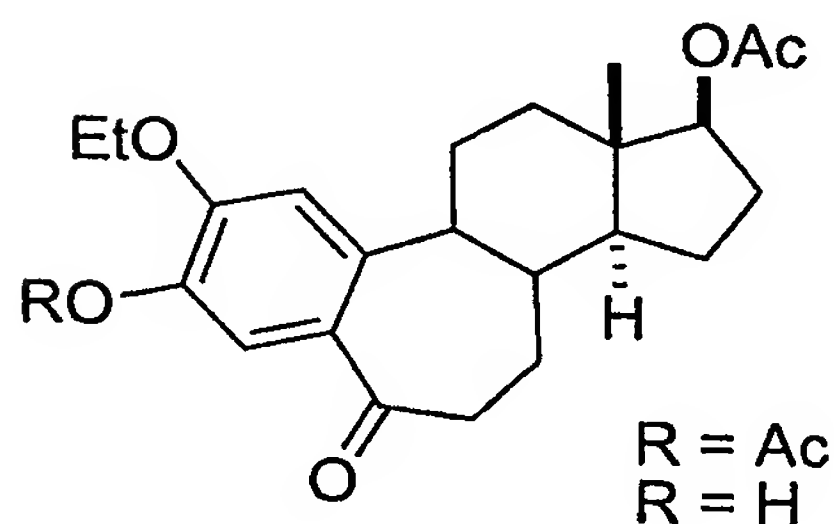


10-deacetilbaccatina III (10-DAB)

25

La 10-deacetilbaccatina III (10-DAB) es un taxano natural que se convierte en taxol en elevado rendimiento mediante la selectiva acetilación en C-10, sililación en C-7 y posterior introducción de la cadena lateral por reacción con la correspondiente N-benzoil- $\beta$ -lactama. El 10-DAB se extrae principalmente de las acículas del tejo europeo, *Taxus baccata*, y su aislamiento presenta varias ventajas respecto a la del taxol: por un lado se encuentra en concentraciones mucho más altas que el taxol en la corteza del tronco y, por otro, dado que las acículas se regeneran, a través de una recolección prudente, se pueden obtener cantidades elevadas de 10-DAB sin mermar la población del tejo. El rendimiento de 10-DAB obtenido a partir de esta fuente era aproximadamente de seis a diez veces mayor que el del taxol a partir de la corteza del *Taxus brevifolia*. Además, el aislamiento de la 10-DAB, un tetraol, era significativamente más simple y más económico que el aislamiento del taxol. La separación del taxol de un análogo estructural, la cefalomanina (cephalomannine), era difícil y, mientras que el taxol debe aislarse en una forma completamente pura para su incorporación directa al medicamento, la 10-DAB sólo debe purificarse lo suficiente para utilizarse como material de partida en la semisíntesis.

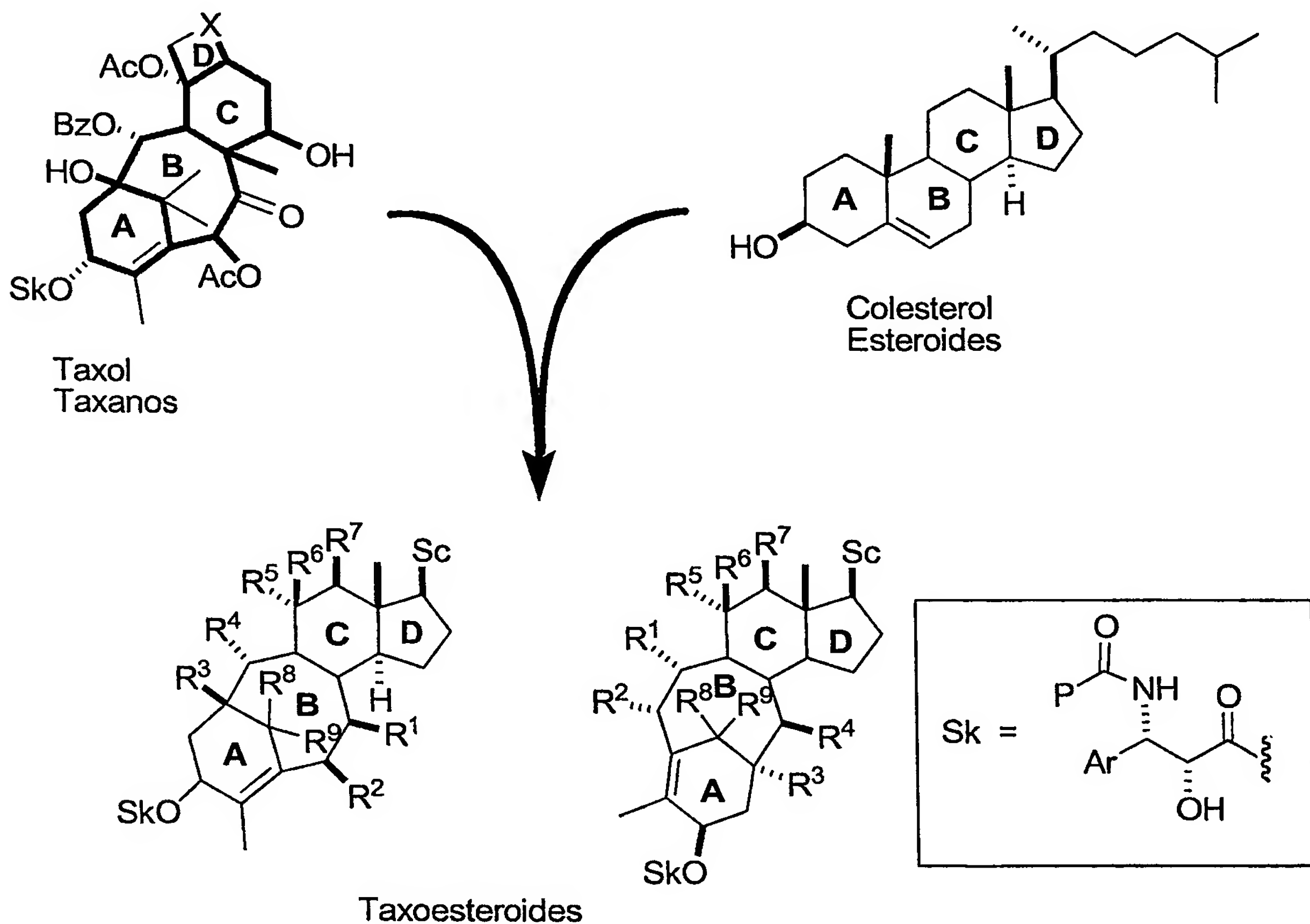
Otras sustancias naturales comparten con los taxanos el mecanismo de acción, tal como las epotilonas A y B (Hofle, G. et al. *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.* 1996, 35, 1569), eleuterobina (Long, B.H. et al. *Cancer Research*, 1998, 58, 1111), sarcodictinas (Hamel, E. et al. *Biochemistry*, 1999, 38, 5490), etc. Recientemente, se han descubierto análogos esteroidales que se asemejan al paclitaxel en su habilidad para aumentar la estabilidad de los microtúbulos, tal como los dos análogos del 2-etoxiestradiol (Wang, Z. Q. et al. *J. Med. Chem.* 2000, 43, 2419), o el NSC12983 (Wu, J.H. et al. *Anti-Cancer Drug Design* 2001, 16, 129), lo que confirma que este mecanismo de acción no está restringido a compuestos con estructuras taxánicas y, por tanto, la necesidad de seguir investigando en esta área (véase revisión Jordan, M. A. *Current Med. Chem.: Anti-Cancer Agents* 2002, 2, 1).



En la presente invención describimos una clase de compuestos, los taxoesteroides, que se caracterizan por poseer un novedoso sistema policíclico como resultado de combinar los esqueletos carbocíclicos de los esteroides y de los taxanos. Como se muestra a continuación, los taxoesteroides poseen las características estructurales de los taxanos, como son el sistema

5 biciclo[5.3.1]-undecano (ciclos A y B) unido a un anillo de seis miembros (C), y las de los esteroides, como el biciclo CD, el anillo A y su cadena lateral. Dos posibles tipos de análogos, fórmulas (1) y (2), atendiendo a la orientación relativa entre ambos componentes (esteroidal y taxánico), son objetivos de esta invención, en los que los grupos  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  y  $R^{10}$  pueden ser un átomo de hidrógeno, o un grupo aciloxi, alquiloxi, ariloxi, alquiltio,

10 ariltio o alquílico con cadenas de  $C_1$ - $C_{10}$ .



En todos ellos, los distintos sustituyentes son radicales del tipo:

- 15 alquilo lineal o ramificado de 1-10 átomos de carbono, alqueno de 2 a 10 átomos de carbono, alquino de 3 a 10 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalqueno de 4 a 6 átomos de carbono, o bicicloalquílico de 7 a 10 átomos de carbono; estando sustituidos eventualmente estos radicales por uno o varios sustituyentes, idénticos o diferentes, elegidos entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxilo, alcoxi que contienen de 1 a 4

átomos de carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1 (eventualmente sustituido en -4 por un radical alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcoxycarbonilo, cuya  
 5 parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente sustituido por uno o varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico nitrogenado saturado o insaturado que contiene 5 ó 6 miembros, eventualmente  
 10 sustituidos por uno o varios radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales cicloalquilo, cicloalquenilo o bicicloalquilo pueden estar eventualmente sustituidos por uno o varios radicales alquílicos que contienen de 1 a 4 átomos de carbono.

Sc es la cadena lateral característica de los esteroides o un radical alquílico lineal o ramificado de 1-12 átomos de carbono, alquenilo de 2 a 12 átomos de carbono, alquinilo de 3  
 a 12 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6  
 15 átomos de carbono, o bicicloalquílico de 7 a 10 átomos de carbono; estando sustituidos eventualmente estos radicales por uno o varios sustituyentes, idénticos o diferentes, elegidos  
 entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxilo, alcoxi que contienen de 1 a 4 átomos de  
 carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1 (eventualmente sustituido en -4 por un  
 radical alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo  
 20 contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo  
 de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcoxycarbonilo, cuya parte alquilo  
 contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente sustituido por uno o  
 varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilo de 1 a 4 átomos de  
 carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico  
 25 nitrogenado saturado o insaturado de 5 ó 6 miembros, eventualmente sustituido por uno o  
 varios radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales  
 cicloalquilo, cicloalquenilo o bicicloalquilo pueden estar eventualmente sustituidos por uno o  
 varios radicales alquílicos que contienen de 1 a 4 átomos de carbono.

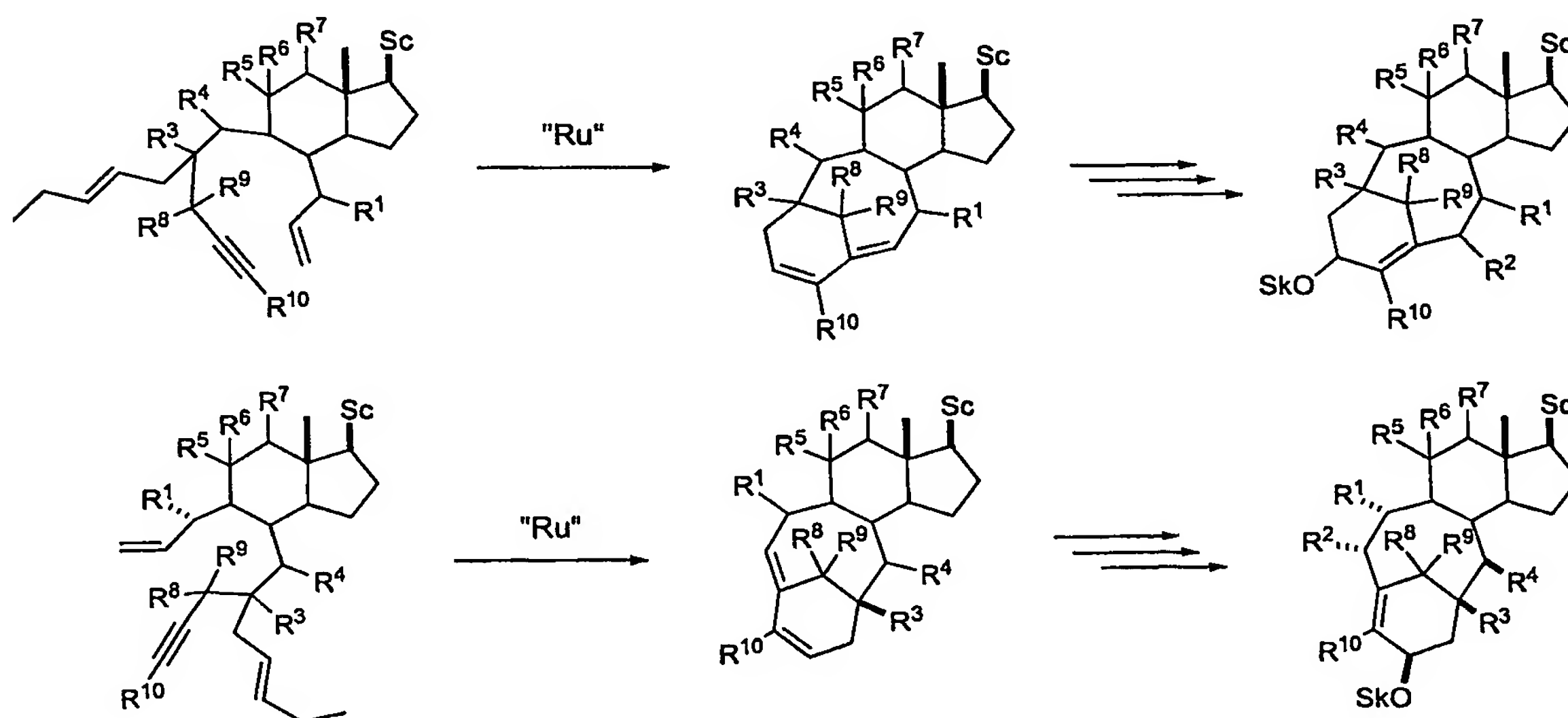
Sk es una cadena aminoacídica análoga a la de los taxanos, en la que P representa a un  
 30 grupo fenílico o un radical alcoxi con cadenas alquílicas de 1 a 10 carbonos, alquenílicas y alquinílicas de 3 a 10 carbonos, cicloalquílicas y cicloalquenílicas de 4 a 7 átomos en el anillo, un fenilo o un compuesto heterocíclico, y Ar es un compuesto aromático.

Son también objeto de la presente invención los análogos derivados de la introducción de diversos sustituyentes en el esqueleto carbocíclico mencionado, así como las propiedades

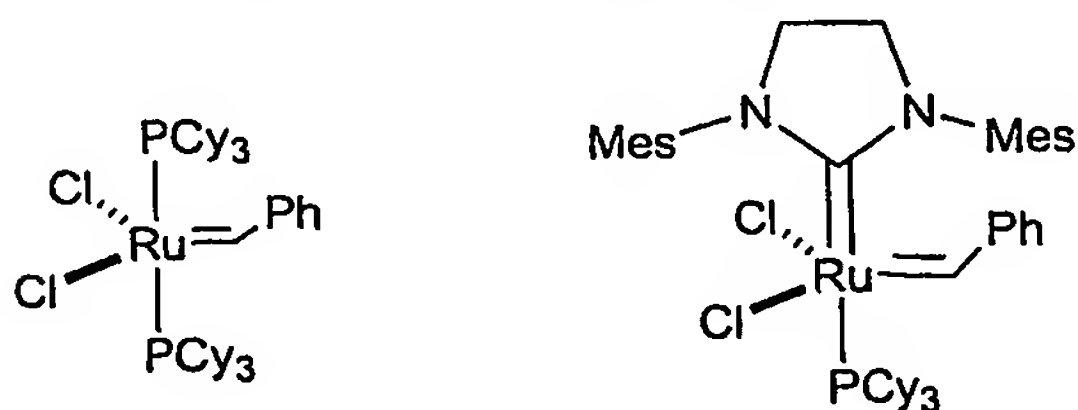
farmacéuticas de los compuestos mencionados anteriormente, incluyendo sus propiedades anticancerosas. Por último, se describe el procedimiento de obtención de dichos compuestos.

El procedimiento de obtención está basado en una reacción de ciclación de metátesis de dieninos, contruidos sobre el biciclo CD de los esteroides mediante transformaciones sencillas. Las etapas fundamentales de estas transformaciones consisten en la alquilación del enolato cinético de la cetona que contiene el biciclo CD característico de los esteroides y apropiadamente funcionalizado, junto con la cadena lateral correspondiente; la alilación del carbonilo de la cetona monoalquilada obtenida en la etapa anterior, y por último, la reacción de ciclación de metátesis del resultante dienino (Kim, S.-H.; Bowden, N.; Grubbs, R. H. *J. Am. Chem. Soc.* 1994, *116*, 10801-10802; Kim, S.-H.; Zuercher, W. J.; Bowden, N. B.; Grubbs, R. H. *J. Org. Chem.* 1996, *61*, 1073-1081; Zuercher, W. J.; Scholl, M.; Grubbs, R. H. *J. Org. Chem.* 1998, *63*, 4291-4298; Fürstner, A.; Liebl, M.; Hill, A. F.; Wilton-Ely, J. D. E. *T. Chem. Commun.* 1999, 601-602; Codesido, E. M.; Castedo, L.; Granja, J. R. *Org. Lett.* 2001, *3*, 1483-1486).

15

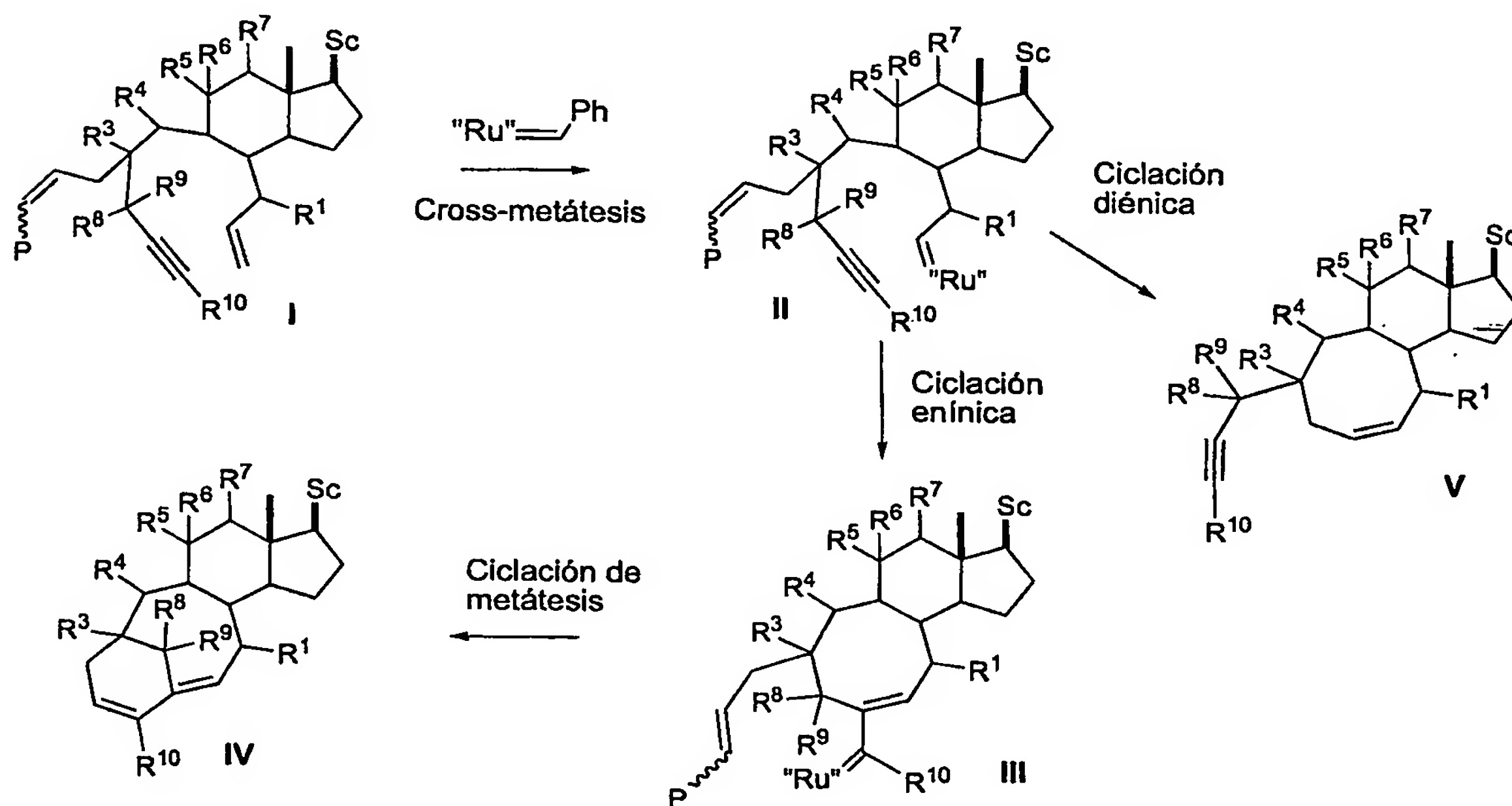


Esta novedosa ciclación para la obtención de biciclo[5.3.1]alquenos se basa en una reacción de ciclación de metátesis catalizada por catalizadores metalcarbénicos, entre los que caben destacar como más importantes, los catalizadores de Grubbs (Scholl, M.; Ding, S.; Lee, C. W.; Grubbs, R. H. *Org. Lett.* 1999, *1*, 953-956).





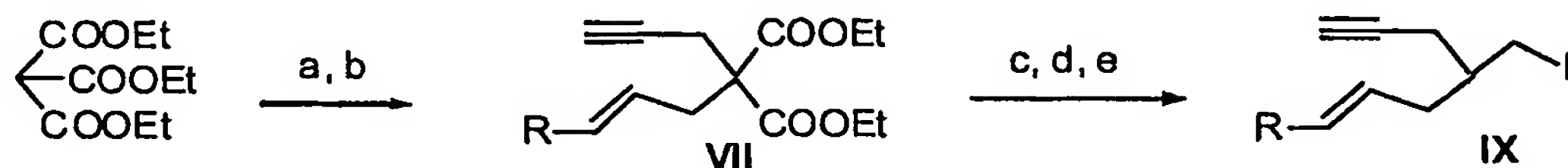
La reacción se basa en una inicial reacción de metátesis entre el catalizador y la olefina menos sustituida, generando el intermedio metalcarbénico II, que posteriormente reacciona con el alquino para formar el ciclo central de 8-miembros mediante una reacción de ciclación de eninos, generando un nuevo intermedio metalcarbénico (III). El resultante intermedio III reacciona con la otra olefina mediante otra ciclación de metátesis para formar el anillo A de los taxoesteroides. Las características estructurales del grupo P permiten gobernar la regioselectividad del proceso, favoreciendo la iniciación del proceso por la olefina menos sustituida, lo que a su vez favorece la inicial formación del anillo de ocho miembros. Asimismo, este grupo debe dirigir la ciclación enínica frente a la diénica que daría lugar al compuesto V.



### EJEMPLO 1

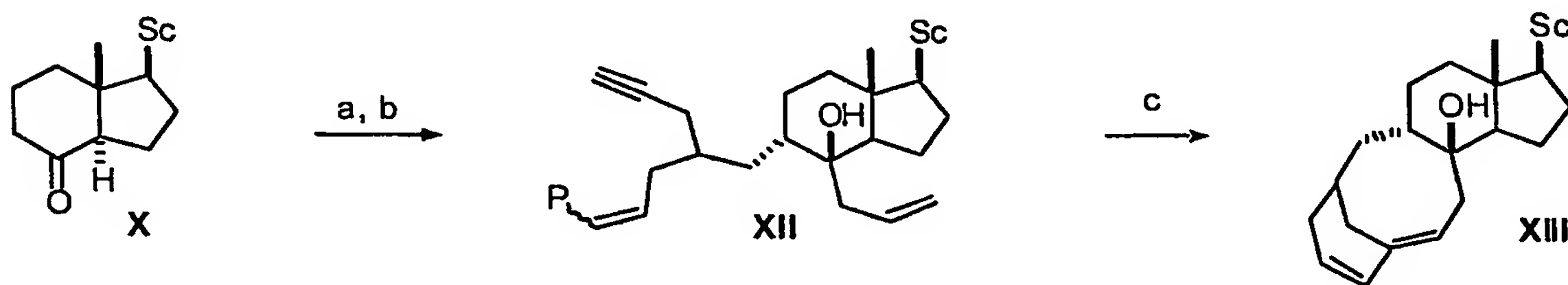
El taxoesteroide (**XIII**) se preparó siguiendo la mencionada estrategia sintética, empleando como sustancias de partida la cetona derivada del diol de Inhoffen y el correspondiente iododerivado. Los agentes alquilantes se pueden preparar a partir del trietil éster del tricarbometano mediante alquilaciones con los apropiados derivados alquénicos y alquínicos. Así, tras la monopropargilación del trietil éster del tricarbometano, por tratamiento con etóxido sódico y bromopropino en THF, seguido de tratamiento con etóxido sódico en presencia del 1-bromo-4-metil-2-penteno se obtiene el diéster del malonato **VII**, mediante un proceso que se basa en la descarboxilación y posterior alquilación del resultante enolato del propargilmalonato con el correspondiente bromuro alílico. La posterior descarboxilación con etóxido sódico en etanol y reducción con hidruro de litio y aluminio y

transformación del alcohol resultante en un buen grupo saliente (iodo, mesilato, etc.) da lugar a los deseados agentes alquilantes.



(a) NaOEt, BrCH<sub>2</sub>C≡CH, THF, 85 %; (b) NaOEt, BrCH<sub>2</sub>CH=CH-R, 77-85 %; (c) NaOEt, EtOH, 60-70 %; (d) LiAlH<sub>4</sub>, THF, 70-90%; (e) I<sub>2</sub>, PPh<sub>3</sub>, Imidazole, 86 %;

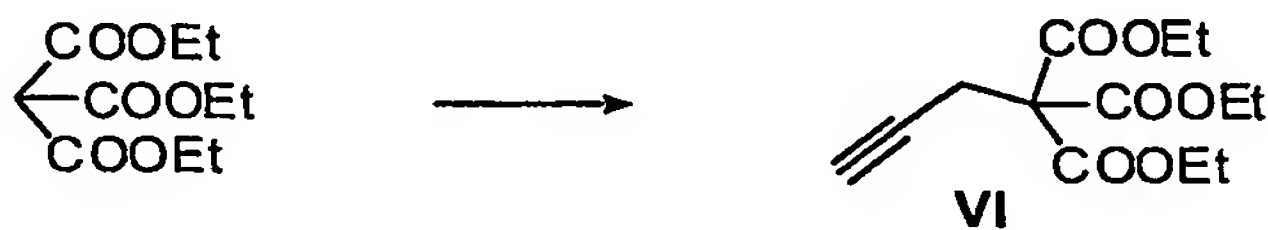
5



(a) i) KHDMS, DMF, -78 °C, ii) 2-propargil-1-yodo-4-hepteno, 75 %; (b) AlilMgBr, THF, 95 %; (c) catalizador de Grubbs, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, Δ, 87 %.

El tratamiento del enolato cinético de la cetona de X, generado por tratamiento de dicha cetona con KHMDS, con el ioduro IX y posterior tratamiento de la cetona monoalquilada resultante con bromuro de alilmagnesio produce el dienino XII. La adición del catalizador de Grubbs sobre una disolución del dienino XII en diclorometano y calentamiento de la mezcla resultante da lugar al taxoesteroide XIII.

10



15

Una disolución de etóxido sódico (1.93 g, 28.42 mmol) en etanol (24 mL) se añadió a una disolución del trietil éster del metanotricarboxilato (6.00 g, 25.84 mmol) en éter (20 mL) enfriado en un baño de hielo/agua. La resultante sal sódica, que precipita, se recoge, lava con éter, y se seca a vacío para dar lugar 5.78g de la deseada sal que se disolvió en una mezcla de tolueno:DMF (1:1, 50 mL) y se trató con bromuro de propargilo (80 % peso en tolueno, 5.1 mL, 45.5 mmol). La mezcla resultante se calentó a 80°C durante 1.5 h, se enfrió a temperatura ambiente, se filtró y el residuo se lavó con tolueno. Los filtrados reunidos se lavaron con agua, se secaron sobre Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, filtraron y concentraron. El bruto resultante se destiló (97°C a 0.2 mmHg), resultando 6.03 g del trietil éster de but-3-ino-1,1,1-tricarboxilato (VI). <sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz, δ): 4.25 (6H, c, J = 7.1 Hz, 3 OCH<sub>2</sub>-Me), 2.98 (2H, d, J = 2.6 Hz, H-

25

2), 2.01 (1H, t,  $J = 2.6$ , H-C $\equiv$ ), 1.26 (9H, t,  $J = 7.1$  Hz, OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>). <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 75 MHz,  $\delta$ ): 165.6 (3 CO), 78.6 (C $\equiv$ ), 70.6 (C $\equiv$ ), 64.4 (C), 62.4 (3 CH<sub>2</sub>), 23.1 (CH<sub>2</sub>), 13.8 (3 CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> ( $m/z$ , I): 271 (MH<sup>+</sup>, 100), 197 (35), 125 (24); HRMS calcd. para C<sub>13</sub>H<sub>19</sub>O<sub>6</sub> (MH<sup>+</sup>): 271.118164, encontrado 271.118680.

5



Una disolución del éster trietílico del but-3-ino-1,1,1-tricarboxilato (VI) (3.00 g, 11.10 mmol) en THF (3 mL) se añadió vía cánula a una suspensión de etóxido sódico (980 mg, 14.4 mmol) en THF (35 mL). Transcurridas 1.5 h, se añadió el metilsulfonato de (2*E*)-4-metil-2-pentenilo (3.9 g, 22.20 mmol) y la mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 5 h. Transcurrido este tiempo, la mezcla de reacción se vertió sobre una disolución saturada de NaCl y se extrajo con éter. Las fases orgánicas reunidas se secaron, filtraron y concentraron y el residuo se purificó mediante una cromatografía rápida (4 % EtOAc/hexanos) para dar lugar a 2.6 g de VII [88 %,  $R_f=0.5$  (15% EtOAc/hexanes)] <sup>1</sup>H-RMN (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz,  $\delta$ ): 5.52 (1H, dd,  $J = 6.9$  Hz,  $J = 15.2$  Hz, <sup>1</sup>Pr-CH=CHR), 5.15 (1H, m, <sup>1</sup>Pr-CH=CHR), 4.17 (4H, c,  $J = 7.1$  Hz, 2 CO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>), 2.75 (2H, d,  $J = 2.6$  Hz, -CH<sub>2</sub>-C $\equiv$ ), 2.70 (2H, d,  $J = 7.5$  Hz, -CH<sub>2</sub>-C=), 2.21 (1H, m, Me<sub>2</sub>CH), 1.98 (1H, t,  $J = 2.6$  Hz, H-C $\equiv$ ), 1.23 (6H, t,  $J = 7.1$  Hz, 2 CO<sub>2</sub>CHCH<sub>3</sub>), 0.92 (6H, d,  $J = 6.8$  Hz, 2 CH<sub>3</sub>). <sup>13</sup>C-RMN (CDCl<sub>3</sub>, 75 MHz,  $\delta$ ): 169.8 (2 CO), 143.2 (CH), 119.7 (CH), 79.1 (C $\equiv$ ), 71.2 (C $\equiv$ ), 61.5 (2 CH<sub>2</sub>), 57.0 (C), 35.0 (CH<sub>2</sub>), 31.1 (CH), 22.0 (2 CH<sub>3</sub>), 21.7 (CH<sub>2</sub>), 14.1 (2 CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> ( $m/z$ , I): 281 (MH<sup>+</sup>, 58), 207 (25), 133 (17). HRMS calcd. para C<sub>16</sub>H<sub>25</sub>O<sub>4</sub> (MH<sup>+</sup>): 281.175285, encontrado 281.175641.

25

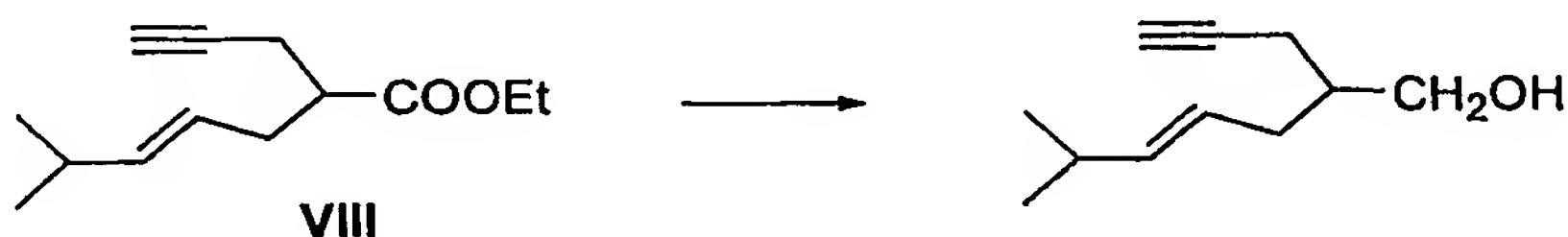


30

Una disolución del compuesto VII (3.2 g, 12.01 mmol) se añadió a una disolución de EtONa (1.23 g, 18.07 mmol) en etanol (50 mL). La mezcla de reacción se calentó a reflujo durante 2 días y transcurrido ese tiempo se vertió sobre NaCl (40 mL). La mezcla se acidificó con 10 % HCl (20 mL) y extrajo con éter. La fase orgánica reunida se secó con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, filtró, concentró, y el residuo se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (1 %

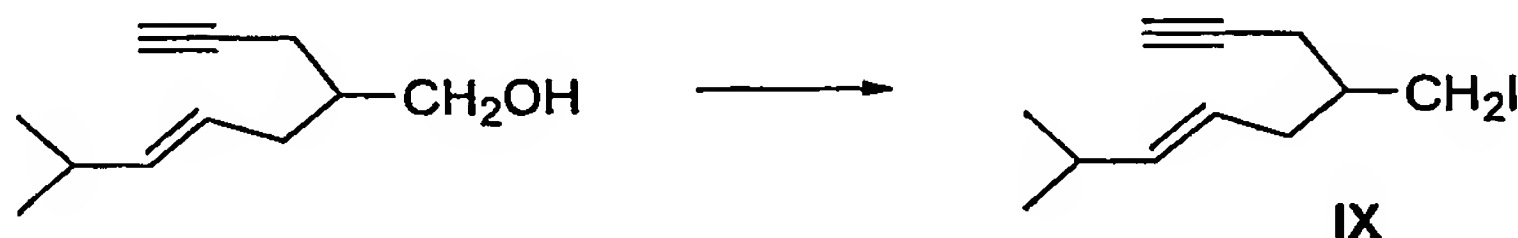
EtOAc/hexanos) para dar lugar a 1.3 g del éster **VIII** [50 %,  $R_f=0.5$  (15 % EtOAc/hexanes), aceite amarillo.  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 250 MHz,  $\delta$ ): 5.47 (1H, dd,  $J = 6.3$  Hz,  $J = 15.5$  Hz, H-5), 5.26 (1H, m, H-4), 4.15 (2H, c,  $J = 7.1$  Hz,  $-\text{CO}_2-\text{CH}_2-$ ), 2.56 (1H, m, H-6), 2.33 (5H, m, H-3, H-2,  $\text{CH}_2 - \text{C}\equiv$ ), 1.98 (1H, t,  $J = 2.6$  Hz, H-  $\text{C}\equiv$ ), 1.26 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz,  $-\text{CO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ), 0.94 (6H, d,  $J = 6.8$  Hz, 2 x Me del  $^i\text{Pr}$ );  $^{13}\text{C}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 63 MHz,  $\delta$ ): 173.5 (CO), 140.7 (CH), 122.3 (CH), 81.2 ( $\text{C}\equiv$ ), 69.6 ( $\text{C}\equiv$ ), 60.1 ( $\text{CH}_2$ ), 44.3 (CH), 33.8 ( $\text{CH}_2$ ), 30.8 (CH), 22.2 (2  $\text{CH}_3$ ), 19.9 ( $\text{CH}_2$ ), 14.0 ( $\text{CH}_3$ ); EM-IQ $^+$  (m/z, I): 209 ( $\text{MH}^+$ , 29), 136 ( $\text{MH}^+-\text{CO}_2\text{Et}$ , 2); HRMS calcd. para  $\text{C}_{13}\text{H}_{21}\text{O}_2$  ( $\text{MH}^+$ ): 209.154155, encontrado 209.154326.

10



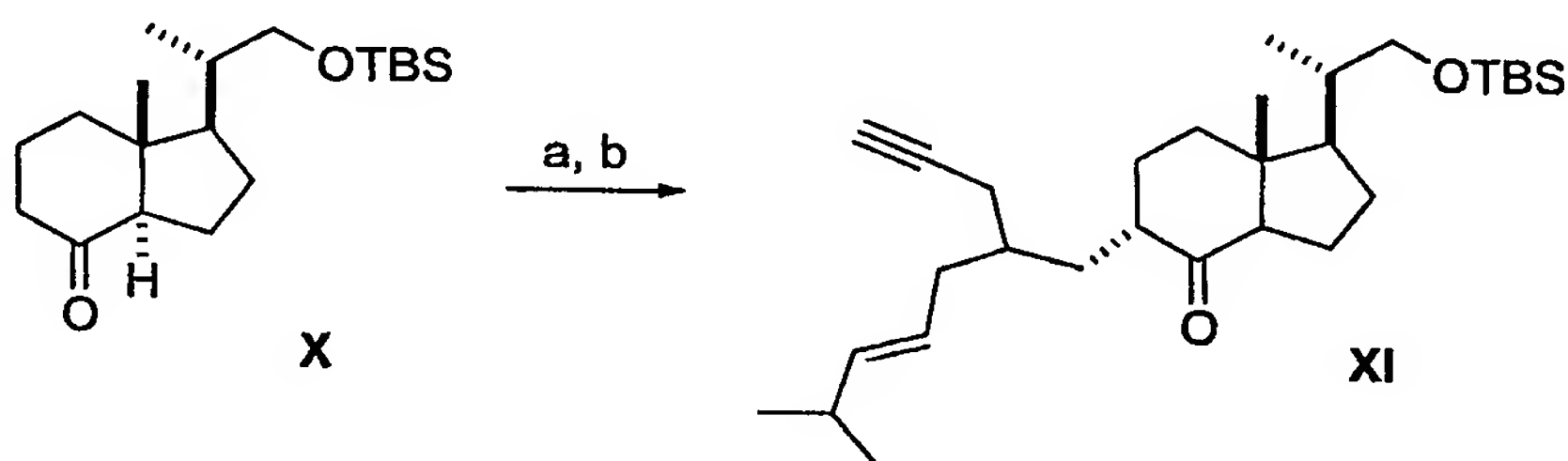
Una disolución del éster **VIII** (290 mg, 1.49 mmol) en éter (10 mL), enfriada a  $0^\circ\text{C}$ , se trató con  $\text{LiAlH}_4$  (113 mg, 2.99 mmol). La mezcla resultante se agitó durante 1 h, se añadió a continuación 5 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (5 mL) y se extrajo con éter. Las fases etéreas se secaron, filtraron, concentraron y el bruto resultante se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (10 % EtOAc/hexanos) dando lugar a 210 mg de 6-metil-2-prop-2-inil-4-hepten-1-ol [89 %,  $R_f=0.3$  (15% EtOAc/hexanos)].  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz,  $\delta$ ): 5.45 (1H, dd,  $J = 6.4$  Hz,  $J = 15.3$  Hz, H-5), 5.30 (1H, dt,  $J = 7.1$  Hz,  $J = 15.2$  Hz, H-4), 3.62 (2H, m, H-1), 2.24 (1H, m, H-6), 1.96 (1H, t,  $J = 2.6$  Hz, H- $\text{C}\equiv$ ), 1.76 (1H, m, H-2), 0.95 (6H, d,  $J = 6.7$  Hz, 2  $\text{CH}_3$ ).  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz,  $\delta$ ): 140.3 (CH), 124.0 (CH), 82.6 ( $\text{C}\equiv$ ), 69.7 ( $\text{C}\equiv$ ), 64.8 ( $\text{CH}_2$ ), 40.0 (CH), 33.6 ( $\text{CH}_2$ ), 31.0 (CH), 22.6 (2  $\text{CH}_3$ ), 19.8 ( $\text{CH}_2$ ). EM-IQ $^+$  (m/e, I): 167 ( $\text{MH}^+$ , 31), 149 ( $\text{MH}^+-\text{H}_2\text{O}$ , 51). HRMS calcd. para  $\text{C}_{11}\text{H}_{19}\text{O}$  ( $\text{MH}^+$ ): 167.143590, encontrado 167.144312.

25



A una disolución del alcohol (1.5 g, 9.0 mmol) en THF (45 mL), enfriada a  $0^\circ\text{C}$ , se añadió sucesivamente trifenilfosfina (2.85 g, 10.87 mmol), imidazol (1.85 g, 27.17 mmol) y yodo (2.53 g, 9.96 mmol). La mezcla resultante se agitó a esta temperatura durante 30 min y otros 30 min a temperatura ambiente, y posteriormente se vertió sobre agua y se extrajo con

éter. Las fase orgánica reunida se secó con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , filtró y concentró a presión reducida y el residuo resultante se purificó mediante una columna rápida en gel de sílice para dar lugar al yoduro **IX** con un rendimiento del 85 %.  $R_f=0.9$  (10 % EtOAc/hexanes), aceite incoloro.  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 250 MHz,  $\delta$ ): 5.55 (1H, dd,  $J = 6.6$  Hz,  $J = 15.3$  Hz, H-7), 5.26 (1H, m, H-6), 3.36 (2H, m,  $-\text{CH}_2\text{-I}$ ), 2.00 (1H, t,  $J = 2.6$  Hz, H-  $\text{C}^\equiv$ ), 1.50 (1H, m, H-4), 0.89 (6H, d,  $J = 6.8$  Hz, 2 x Me of  $^i\text{Pr}$ ).  $^{13}\text{C}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 63 MHz,  $\delta$ ): 141.1 (CH), 122.8 (CH), 81.4 ( $\text{C}^\equiv$ ), 70.1 ( $\text{C}^\equiv$ ), 38.9 (CH), 36.5 ( $\text{CH}_2$ ), 31.0 (CH), 23.3 ( $\text{CH}_2$ ), 22.5 ( $\text{CH}_3 \times 2$ ), 13.1 ( $\text{CH}_2$ ). EM- $\text{IQ}^+$  (m/e, I): 277 ( $\text{MH}^+$ , 2), 150 ( $\text{MH}^+-\text{I}$ , 2).

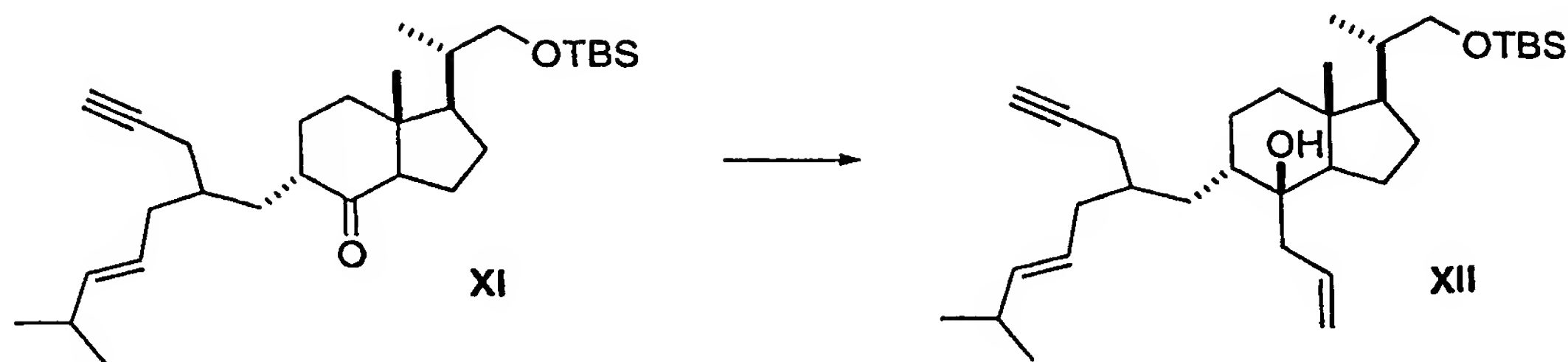


10

Una disolución de la cetona **X** (0.5 g, 1.54 mmol) en DMF (3 mL) se adicionó lentamente sobre una disolución de KHMDS (0.5M en tolueno, 9.3 mL, 4.6 mmol) en DMF (4 mL) enfriada a  $-78^\circ\text{C}$ . La mezcla resultante se agitó a esta temperatura durante 30 min y a continuación se adicionó una disolución del yoduro **IX** (1.3 mg, 4.6 mmol) en DMF (2 mL). Transcurridas 2 horas se añadió una disolución saturada de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (4 mL) y la fase acuosa se extrajo con éter. Los extractos etéreos reunidos se lavaron con una disolución saturada de  $\text{NaCl}$ , se secaron sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , y concentraron a presión reducida para dar lugar a un residuo que se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (2 % EtOAc/hexanos), proporcionando el deseado producto **XI** con un 78 % de rendimiento.  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 250 MHz,  $\delta$ ): 5.41 (1H, dd,  $J = 6.4$  Hz,  $J = 15.3$  Hz, H-5'), 5.22 (1H, m, H-4'), 3.51 (1H, m,  $-\text{CH}_a\text{-OTBS}$ ), 3.31 (1H, m,  $-\text{CH}_b\text{-OTBS}$ ), 2.57 (1H, m, H-6'), 0.87 (9H, s,  $^i\text{Bu}$ ), 0.62 (3H, s, Me-18), 0.01 (6H, s,  $\text{Me}_2\text{Si}$ ).  $^{13}\text{C}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 63 MHz,  $\delta$ ): 214.6 (CO), 140.4 (CH), 124.1 (CH), 82.2 ( $\text{C}^\equiv$ ), 69.7 ( $\text{C}^\equiv$ ), 67.5 ( $\text{CH}_2$ ), 57.6 (CH), 53.2 (CH), 50.3 (C), 47.2 (CH), 38.5 (CH), 36.4 ( $\text{CH}_2$ ), 35.7 ( $\text{CH}_2$ ), 35.4 ( $\text{CH}_2$ ), 34.9 (CH), 31.1 (CH), 29.3 ( $\text{CH}_2$ ), 27.0 ( $\text{CH}_2$ ), 25.9 (2  $\text{CH}_3$ ), 22.6 (3  $\text{CH}_3$ ), 21.3 ( $\text{CH}_2$ ), 19.0 ( $\text{CH}_2$ ), 18.3 (C), 17.0 ( $\text{CH}_3$ ), 12.8 ( $\text{CH}_3$ ), -5.4 (2  $\text{CH}_3$ ). EM- $\text{IQ}^+$  (m/e, I): 473 ( $\text{MH}^+$ , 100), 342 ( $\text{MH}^+-\text{OTBS}$ , 6), 341 (28), 323 (12). HRMS calcd. para  $\text{C}_{30}\text{H}_{53}\text{O}_2\text{Si}$  ( $\text{MH}^+$ ): 473.381485, encontrado 473.383792.

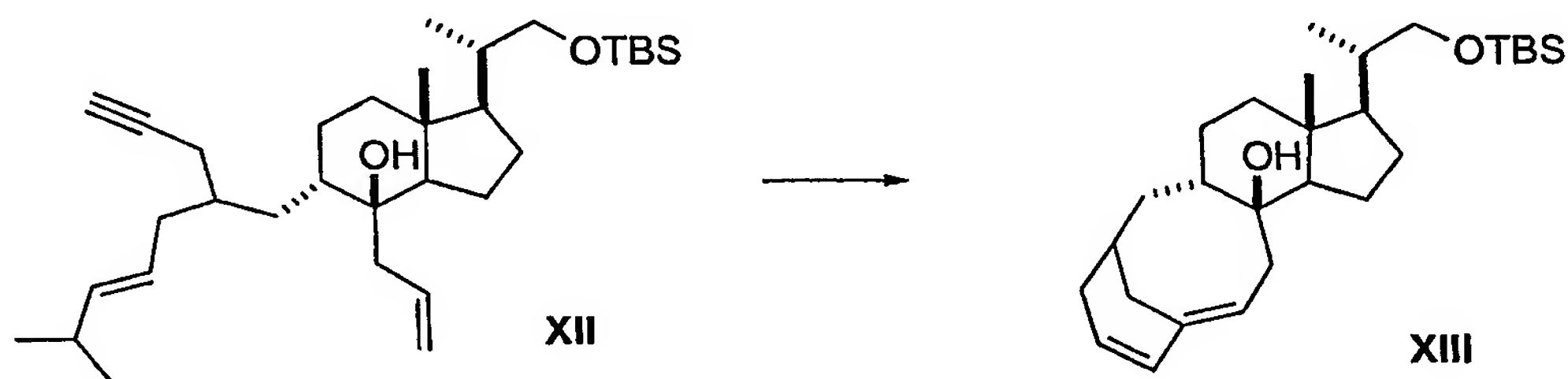
25





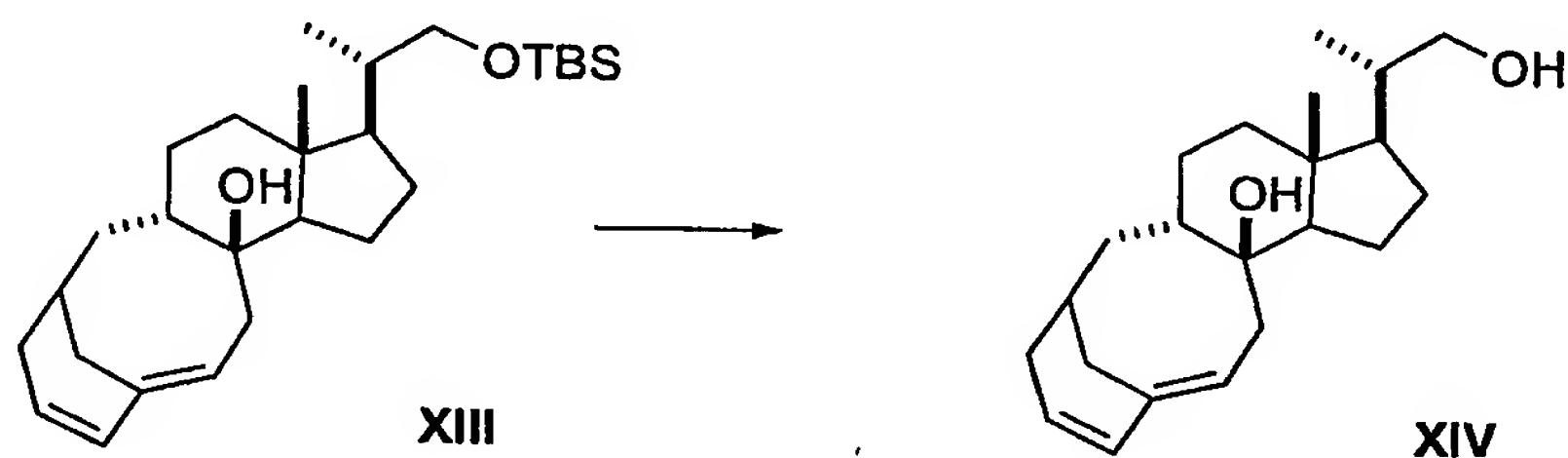
Una disolución del bromuro de alilmagnesio (1 M en THF, 4.7 mL, 4.7 mmol) se añadió a una disolución de la cetona **XI** (520 mg, 1.1 mmol) en THF (10 mL) a  $-78^{\circ}\text{C}$ .  
 5 Transcurridas 2 h, se añadió una disolución saturada de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (15 mL) y la fase acuosa resultante se extrajo con éter. Los extractos etéreos reunidos se lavaron con una disolución saturada de  $\text{NaCl}$ , se secó sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , y concentró a presión reducida para dar lugar a un residuo que se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (3 % EtOAc/hexanos), proporcionando el deseado producto **XII** con un 90 % de rendimiento.  $R_f =$   
 10 0.37 (10 % EtOAc/hexanos).  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz,  $\delta$ ): 5.98 (1H, m, H-6), 5.46, 5.29 (2H, m, H-4', H-5'), 5.15 (2H, m, H-6a), 3.56 (1H, dd,  $J = 3.2$  Hz,  $J = 9.6$  Hz,  $\text{CH}_a\text{-OTBS}$ ), 3.25 (1H, dd,  $J = 7.5$  Hz  $J = 9.5$  Hz,  $\text{-CH}_b\text{-OTBS}$ ), 0.88 (9H, s,  $^t\text{Bu}$ ), 0.02 (6H, s,  $\text{Me}_2\text{Si}$ ).  $^{13}\text{C}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 125 MHz,  $\delta$ ): 133.6 (CH), 133.3 (CH), 126.8 (CH), 119.7 ( $\text{CH}_2$ ), 82.5 ( $\text{C}^{\equiv}$ ), 75.8 ( $\text{C}^{\equiv}$ ), 69.8 ( $\text{CH}_2$ ), 67.7 (C), 53.7 (CH), 51.2 (CH), 43.5  
 15 ( $\text{CH}_2$ ), 43.3 (C), 39.8 (CH), 38.5 (CH), 34.8 (CH), 34.6 ( $\text{CH}_2$ ), 32.2 ( $\text{CH}_2$ ), 30.8 ( $\text{CH}_2$ ), 26.7 ( $\text{CH}_2$ ), 26.0 ( $\text{CH}_3 \times 3$ ), 21.1 ( $\text{CH}_2$ ), 20.7 ( $\text{CH}_2$ ), 20.4 ( $\text{CH}_2$ ), 20.3 ( $\text{CH}_2$ ), 18.4 (C), 16.7 ( $\text{CH}_3$ ), 14.3 ( $\text{CH}_3$ ), 13.5 ( $\text{CH}_3$ ), -5.3 ( $\text{CH}_3$ ), -5.4 ( $\text{CH}_3$ ). EM- $\text{IQ}^+$  ( $m/e$ , I): 501 ( $\text{MH}^+$ , 0.05), 352 ( $\text{MH}^+ - \text{OTBS} - \text{H}_2\text{O}$ , 2). HRMS calcd. para  $\text{C}_{32}\text{H}_{57}\text{O}_2\text{Si}$  ( $\text{MH}^+$ ): 501.412785, encontrado 501.413082.

20



Una disolución del dienino **XII** (200 mg, 0.35 mmol) en diclorometano (80 mL) se trató con el catalizador de Grubbs (34 mg, 0.04 mmol). La mezcla resultante se calentó a  $50^{\circ}\text{C}$   
 25 durante 24 h, que tras su enfriamiento a temperatura ambiente se concentró a presión reducida. El bruto resultante se purificó mediante una cromatografía en alúmina (3 % EtOAc/hexanos) para dar lugar al compuesto bicíclico deseado **XIII**, con un rendimiento del

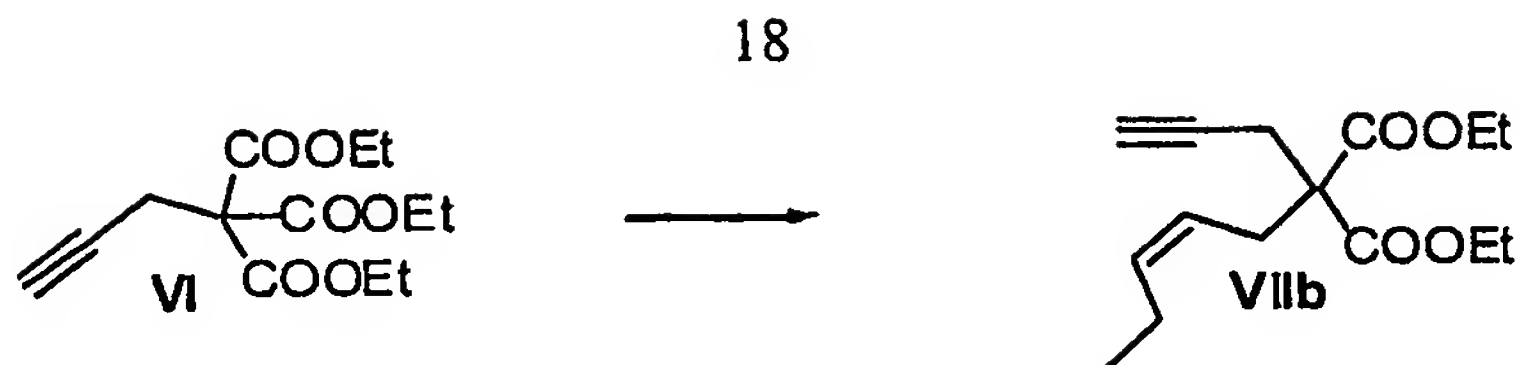
55 %.  $R_f = 0.27$  (10 % EtOAc/hexanos).  $^1\text{H}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz,  $\delta$ ): 6.18 (1H, d,  $J = 10.1$  Hz, H-4), 5.43 (1H, m, H-3), 5.34 (1H, t,  $J = 8.1$  Hz, H-6), 3.61 (1H, dd,  $J = 3.5$  Hz,  $J = 9.6$  Hz,  $-\text{CH}_a\text{-OTBS}$ ), 3.20 (1H, m,  $-\text{CH}_b\text{-OTBS}$ ), 2.87 (1H, dd,  $J = 3.9$  Hz,  $J = 11.4$  Hz, H-10), 2.01 (1H, d,  $J = 11.4$  Hz, H-10), 0.91 (9H, s,  $^t\text{Bu}$ ), 0.05 (3H, s,  $\text{Me}_2\text{Si}$ ).  
 5  $^{13}\text{C}$ -RMN ( $\text{CDCl}_3$ , 125 MHz,  $\delta$ ): 139.7 (C), 130.5 (CH), 125.8 (CH), 119.1 (CH), 81.2 (C), 67.8 ( $\text{CH}_2$ ), 53.8 (CH), 48.5 (CH), 45.2 (CH), 43.7 (C), 40.5 ( $\text{CH}_2$ ), 38.6 (CH), 35.6 ( $\text{CH}_2$ ), 35.1 ( $\text{CH}_2$ ), 34.9 (CH), 33.3 ( $\text{CH}_2$ ), 30.4 ( $\text{CH}_2$ ), 29.9 ( $\text{CH}_2$ ), 26.5 ( $\text{CH}_2$ ), 26.0 (3  $\text{CH}_3$ ), 20.6 ( $\text{CH}_2$ ), 18.4 (C), 16.4 ( $\text{CH}_3$ ), 14.0 ( $\text{CH}_3$ ), -5.3 (2  $\text{CH}_3$ ). EM-IQ $^+$  (m/e, I): 445 ( $\text{MH}^+$ , 4), 313 (4), 295 (83). HRMS calcd para  $\text{C}_{28}\text{H}_{49}\text{O}_2\text{Si}$  ( $\text{MH}^+$ ): 445.350185, encontrado 445.351417.



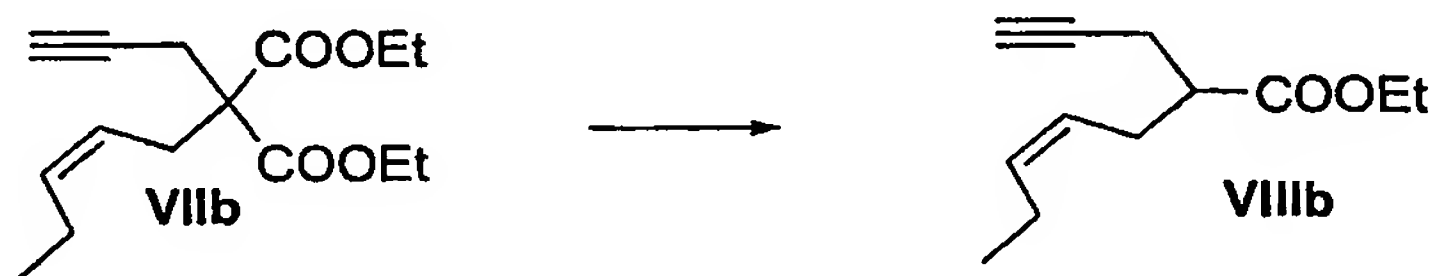
Sobre una disolución de **XIII** (80 mg, 0.16 mmol) en THF (2 mL) se añadió una  
 15 disolución de FTBA en THF (1 M, 2.2 mL, 2.2 mmol) y la mezcla resultante se agitó a reflujo durante 1 h. Una vez enfriada a temperatura ambiente se trató con  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (10 mL) y se extrajo con éter etílico (2 x 10 mL). Las fases orgánicas reunidas se secaron, filtraron y concentraron a presión reducida, y el residuo resultante se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (25 % EtOAc/hexanos), proporcionando 48 mg de **XIV**, con un rendimiento del 95  
 20 %.  $R_f = 0.36$  (30 % EtOAc/hexanos).  $^1\text{H}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz,  $\delta$ ): 5.84, 5.56 (2H, m, H-6, H-5), 3.59 (1H, m,  $-\text{CH}_a\text{-OH}$ ), 3.33 (1H, m,  $-\text{CH}_b\text{-OH}$ ), 1.94 (1H, t,  $J = 2.6$  Hz, H-C $\equiv$ ), 1.02 (3H, d,  $J = 6.6$  Hz, Me-21), 0.94 (3H, s, Me-18).  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz,  $\delta$ ): 131.6 (CH), 127.9 (CH), 83.6 (C $\equiv$ ), 78.4 (C), 70.0 (C $\equiv$ ), 68.2 ( $\text{CH}_2$ ), 53.8 (CH), 52.2 (CH), 43.6 (C), 42.1 (CH), 41.0 ( $\text{CH}_2$ ), 40.6 (CH), 38.6 (CH), 37.2 ( $\text{CH}_2$ ), 35.5  
 25 ( $\text{CH}_2$ ), 33.8 ( $\text{CH}_2$ ), 30.1 ( $\text{CH}_2$ ), 28.4 ( $\text{CH}_2$ ), 27.1 ( $\text{CH}_2$ ), 20.4 ( $\text{CH}_2$ ), 16.9 ( $\text{CH}_3$ ), 13.5 ( $\text{CH}_3$ ). EM-IQ $^+$  (m/e, I): 331 ( $\text{MH}^+$ , 9), 313 ( $\text{MH}^+ - \text{H}_2\text{O}$ , 75), 295 ( $\text{MH}^+ - 2\text{H}_2\text{O}$ , 100). HRMS calculado para  $\text{C}_{22}\text{H}_{35}\text{O}_2$  ( $\text{MH}^+$ ): 331.263706, encontrado 331.264789.

## EJEMPLO 2

30 El taxoesteroide (**XVIII**) se preparó de la forma siguiente:



Una disolución del éster trietilico del but-3-ino-1,1,1-tricarboxilato (**VI**) (5.0 g, 18.4 mmol) en THF (5 mL) se añadió vía cánula a una suspensión de etóxido sódico (1.48 g, 23.8 mmol) en THF (50 mL). Transcurridas 1.5 h, se añadió metilsulfonato de (2Z)-2-pentenilo (5.9 g, 36.80 mmol) y la mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 5 h. Transcurrido este tiempo, la mezcla de reacción se vertió sobre una disolución saturada de NaCl y se extrajo con éter. Las fases orgánicas reunidas se secaron, filtraron y concentraron y el residuo se purificó mediante una cromatografía rápida (4 % EtOAc/hexanos) para dar lugar a 1.7 mg de **VIIb** [35 %,  $R_f=0.6$  (10 % EtOAc/hexanes)].  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ , 250 MHz,  $\delta$ ): 5.48 (1H, m, H-C=), 4.97 (1H, m, H-C=), 4.11 (4H, m, 2  $\text{CO}_2\text{CH}_2$ ), 2.70 (4H, m,  $-\text{CH}_2-\text{C}\equiv$ ,  $-\text{CH}_2-\text{C}=\text{}$ ), 2.07 (2H, m,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{}$ ), 1.94 (1H, t,  $J = 2.7$  Hz, H-C $\equiv$ ), 1.18 (6H, t,  $J = 7.15$  Hz, 2  $\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ), 0.88 (3H, t,  $J = 7.5$  Hz,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{}$ ).  $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ , 63 MHz,  $\delta$ ): 169.7 (2 CO), 136.4 (CH), 121.6 (CH), 78.9 (C $\equiv$ ), 71.1 (C $\equiv$ ), 61.4 (CH $_2$ ), 61.1 (CH $_2$ ), 56.5 (C), 29.5 (CH $_2$ ), 22.2 (CH $_2$ ), 20.5 (CH $_2$ ), 14.0 (CH $_3$ ), 13.9 (CH $_3$ ), 13.6 (CH $_3$ ); EM- $\text{IQ}^+$  ( $m/z$ , I): 267 ( $\text{MH}^+$ , 100), 194 ( $\text{MH}^+-\text{CO}_2\text{Et}$ , 5), 121 ( $\text{MH}^+-(\text{CO}_2\text{Et})_2$ , 5); HRMS calculado para  $\text{C}_{15}\text{H}_{23}\text{O}_4$  ( $\text{MH}^+$ ): 267.159634, encontrado 267.160073.

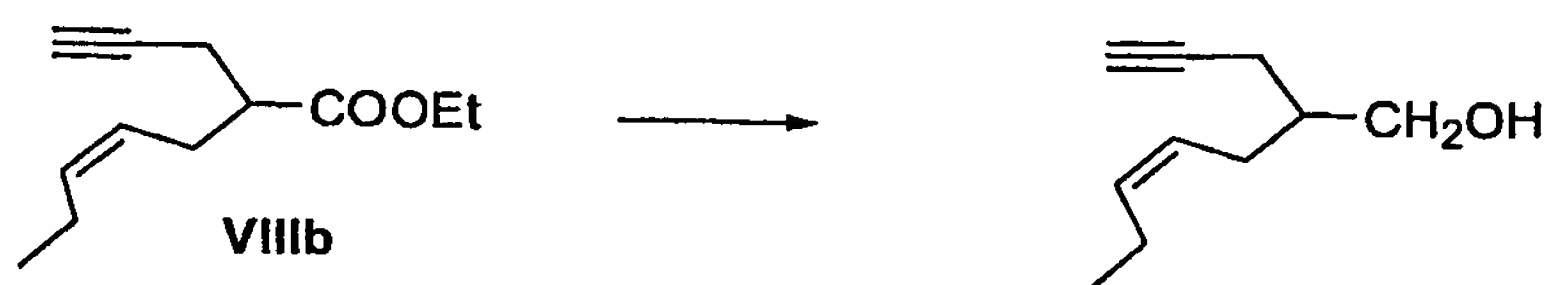


20

Una disolución del compuesto **VIIb** (1.5 g, 5.61 mmol) se añadió a una disolución de EtONa (570 mg, 8.4 mmol) en etanol (20 mL). La mezcla de reacción se calentó a reflujo durante 2 días y transcurrido ese tiempo se vertió sobre NaCl (20 mL). La mezcla se acidificó con 10 % HCl (20 mL) y extrajo con éter. La fase orgánica reunida se secó con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , filtró, concentró y el residuo se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (1 % EtOAc/hexanos), resultando 600 mg del éster **VIIIb** [55 %,  $R_f=0.6$  (10 % EtOAc/hexanes), aceite amarillo].  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ , 250 MHz,  $\delta$ ): 5.44 (1H, m, H-C=), 5.19 (1H, m, H-C=), 4.11 (2H, c,  $J = 7.1$  Hz,  $-\text{CO}_2-\text{CH}_2$ ), 2.51 (1H, m, H-2), 2.35 (4H, m, H-3,  $\text{CH}_2-\text{C}\equiv$ ), 2.01 (3H, m, H-6, H-C $\equiv$ ), 1.21 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz,  $-\text{CO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ), 0.90 (3H, t,  $J = 7.5$  Hz, H-7).  $^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ , 63 MHz,  $\delta$ ): 173.8 (CO), 134.6 (CH), 124.3 (CH), 81.4 (C $\equiv$ ), 69.8 (C $\equiv$ ), 60.5 (CH $_2$ ), 44.4 (CH), 28.5 (CH $_2$ ), 20.5 (CH $_2$ ), 20.3 (CH $_2$ ), 14.2

30

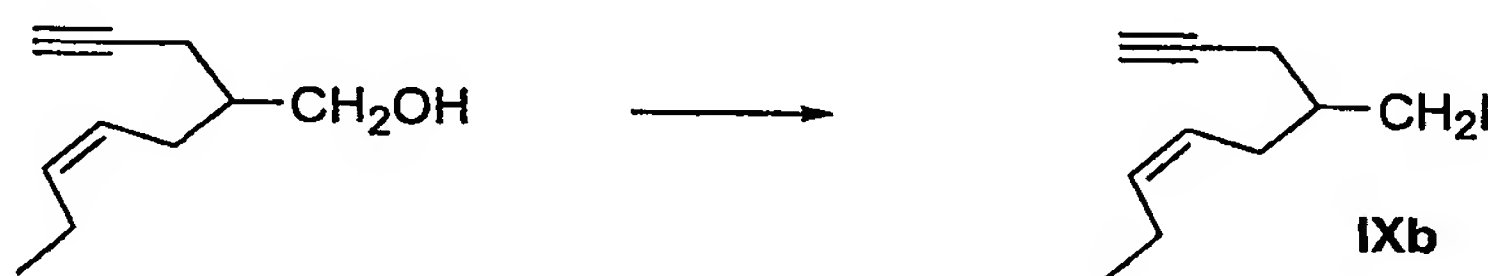
(CH<sub>3</sub>), 14.1 (CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> (m/z, I): 195 (MH<sup>+</sup>, 53), 167 (27), 149 (17), 121 (100). HRMS calculado para C<sub>12</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub> (MH<sup>+</sup>): 195.138505, encontrado 195.138842.



5

Una disolución del éster **VIIIb** (500 mg, 2.56 mmol) en éter (20 mL), enfriada a 0°C, se trató con LiAlH<sub>4</sub> (150 mg, 4.0 mmol). La mezcla resultante se agitó durante 1 h, se añadió a continuación 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10 mL) y se extrajo con éter. Las fases etéreas reunidas se secaron, filtraron, concentraron y el bruto resultante se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (10 % EtOAc/hexanos), dando lugar a 352 mg de 2-prop-2-inil-4-hepten-1-ol [90 %, R<sub>f</sub>=0.15 (15 % EtOAc/hexanos)]. <sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 250 MHz, δ): 5.45 (2H, m, H-4, H-5), 3.61 (2H, m, H-1), 2.25 (2H, m, H-6), 2.13 (4H, m, CH<sub>2</sub>-C≡, H-3), 1.96 (1H, t, J = 2.7 Hz, H- C≡), 1.75 (1H, m, H-2), 0.93 (3H, t, J = 7.5 Hz, H-7). <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 63 MHz, δ): 133.9 (CH), 126.0 (CH), 82.5 (C≡), 69.7 (C≡), 64.7 (CH<sub>2</sub>), 40.2 (CH), 28.0 (CH<sub>2</sub>), 20.6 (CH<sub>2</sub>), 19.8 (CH<sub>2</sub>), 14.2 (CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> (m/e, I): 153 (MH<sup>+</sup>, 36), 135 (MH<sup>+</sup>-H<sub>2</sub>O, 51). HRMS calculado para C<sub>10</sub>H<sub>17</sub>O (MH<sup>+</sup>): 153.127940, encontrado 153.128589.

20



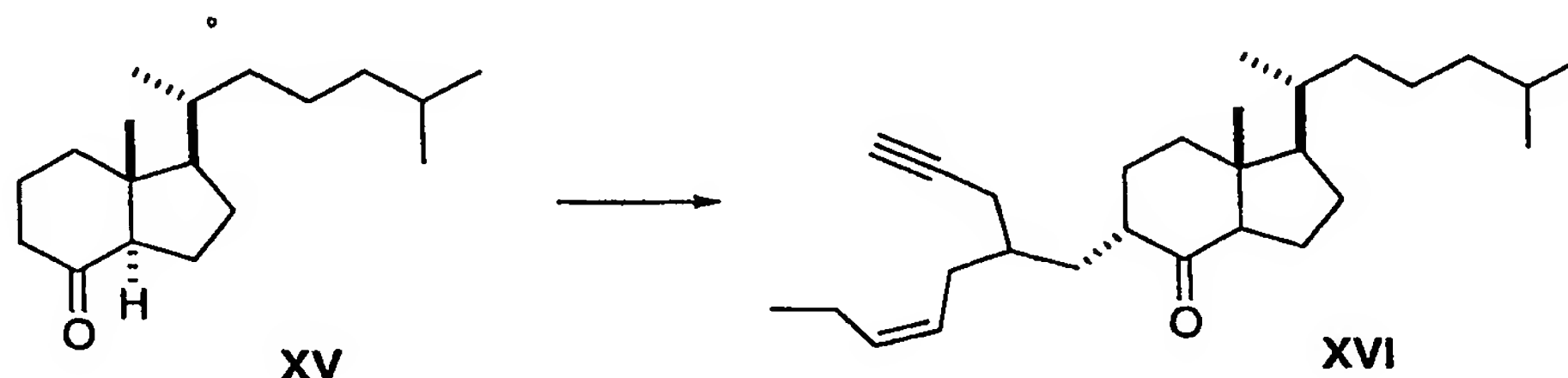
25

30

A una disolución del alcohol (350 g, 2.3 mmol) en THF (15 mL), enfriada a 0°C, se añadió sucesivamente trifenilfosfina (725 mg, 2.76 mmol), imidazol (470 mg, 6.9 mmol) y yodo (648 g, 2.55 mmol). La mezcla resultante se agitó a esta temperatura durante 30 min y otros 30 min a temperatura ambiente, y posteriormente se vertió sobre agua y se extrajo con éter. La fase orgánica reunida se secó con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, filtró y concentró a presión reducida y el residuo resultante se purificó mediante una columna rápida en gel de sílice, resultando 514 mg del yoduro **IXb** con un rendimiento del 85 %. R<sub>f</sub>=0.8 (10 % EtOAc/hexanes), aceite incoloro. <sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 250 MHz, δ): 5.49, 5.23 (2H, m, H-6, H-7), 3.34 (2H, m, CH<sub>2</sub>-I), 2.35 (2H, m, H-8), 2.27 (2H, dd, J = 2.6 Hz, J = 6.7 Hz, H-3), 2.17 (2H, m, H-5), 2.00 (1H, t, J = 2.6 Hz, H-1), 1.55 (1H, m, H-4), 0.96 (3H, t, J = 7.5 Hz, H-9). <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 63 MHz, δ): 134.7 (CH), 125.0 (CH), 81.4 (C≡), 70.2 (C≡), 39.3 (CH), 31.3 (CH<sub>2</sub>), 23.5

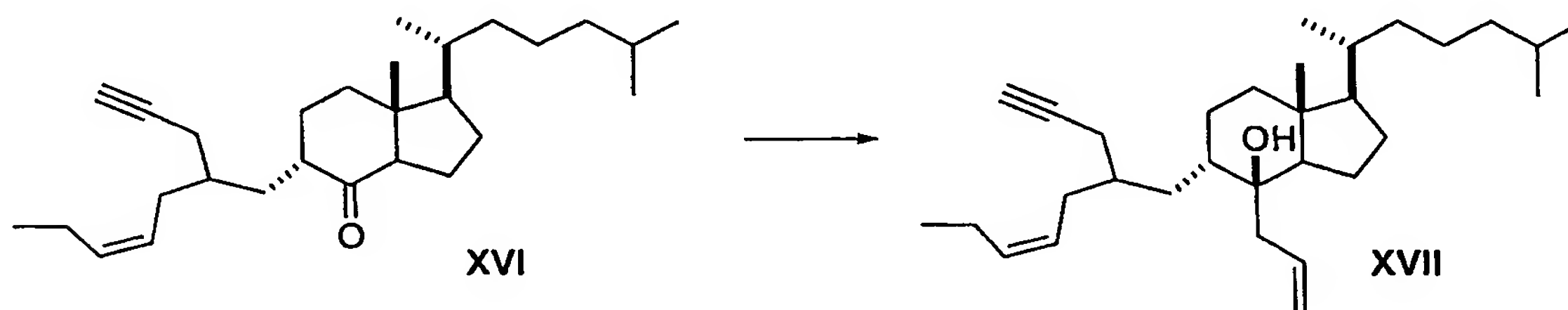
(CH<sub>2</sub>), 20.8 (CH<sub>2</sub>), 14.1 (CH<sub>3</sub>), 13.0 (CH<sub>2</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> (m/e, I): 263 (MH<sup>+</sup>, 0.1), 136 (MH<sup>+</sup>-I, 11), 121 (15), 107 (55). HRMS calcd for C<sub>10</sub>H<sub>16</sub> (MH<sup>+</sup>-I): 136.125201, encontrado 136.124674.

5



Una disolución de la cetona **XV** (0.4 g, 1.45 mmol) en DMF (3 mL) se adicionó lentamente sobre una disolución de KHMDS (0.5 M en tolueno, 9.0 mL, 4.5 mmol) en DMF (4 mL), enfriada a -78°C. La mezcla resultante se agitó a esta temperatura durante 30 min y a continuación se adicionó una disolución del yoduro (1.2 g, 4.5 mmol) en DMF (2 mL). Transcurridas 2 horas se añadió una disolución saturada de NH<sub>4</sub>Cl (4 mL) y la fase acuosa se extrajo con éter. Los extractos etéreos reunidos se lavaron con una disolución saturada de NaCl, se secaron sobre Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, y concentraron a presión reducida para dar lugar a un residuo que se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (2 % EtOAc/hexanos), proporcionando el deseado producto **XVI** con un 69 % de rendimiento. R<sub>f</sub>=0.6 (10 % EtOAc/hexanes), <sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 250 MHz, δ): 5.43, 5.19 (2H, m, H-4', H-5'), 1.14 (3H, d, J = 5.7 Hz, CH<sub>3</sub>-21), 0.87 (6H, d, J = 6.6 Hz, CH<sub>3</sub>-26 y 27), 0.64 (3H, s, CH<sub>3</sub>-18). <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>, 63 MHz, δ): 214.9 (CO), 133.9 (CH), 126.1 (CH), 82.0 (C≡), 69.7 (C≡), 67.5 (CH<sub>2</sub>), 57.6 (CH), 53.2 (CH), 50.2 (C), 47.6 (CH), 38.6 (CH), 36.3 (CH<sub>2</sub>), 35.3 (CH<sub>2</sub>), 35.1 (CH), 31.05 (CH<sub>2</sub>), 29.2 (CH<sub>2</sub>), 27.0 (CH<sub>2</sub>), 22.7 (CH<sub>3</sub>), 22.5 (CH<sub>3</sub>), 21.3 (CH<sub>2</sub>), 20.6 (CH<sub>2</sub>), 19.0 (CH<sub>2</sub>), 17.9 (CH<sub>3</sub>), 14.2 (CH<sub>3</sub>), 12.8 (CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> (m/e, I): 399 (MH<sup>+</sup>, 80), 381 (MH<sup>+</sup>-H<sub>2</sub>O, 40). HRMS calculado para C<sub>28</sub>H<sub>47</sub>O (MH<sup>+</sup>): 399.362692, encontrado 399.361999.

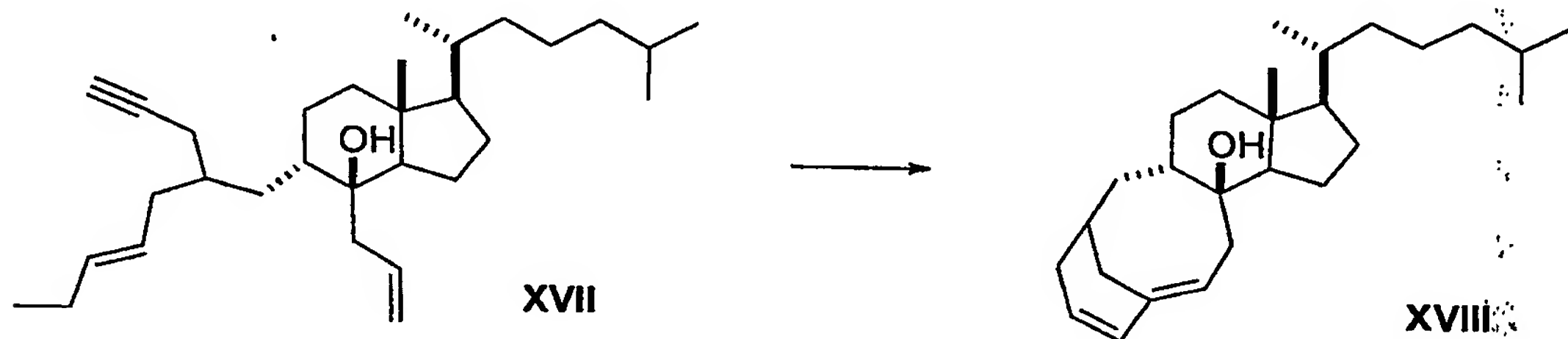
25



Una disolución del bromuro de alilmagnesio (1 M en THF, 2.2 mL, 2.2 mmol) se añadió a una disolución de la cetona **XVI** (200 mg, 0.5 mmol) en THF (5 mL) a -78°C.



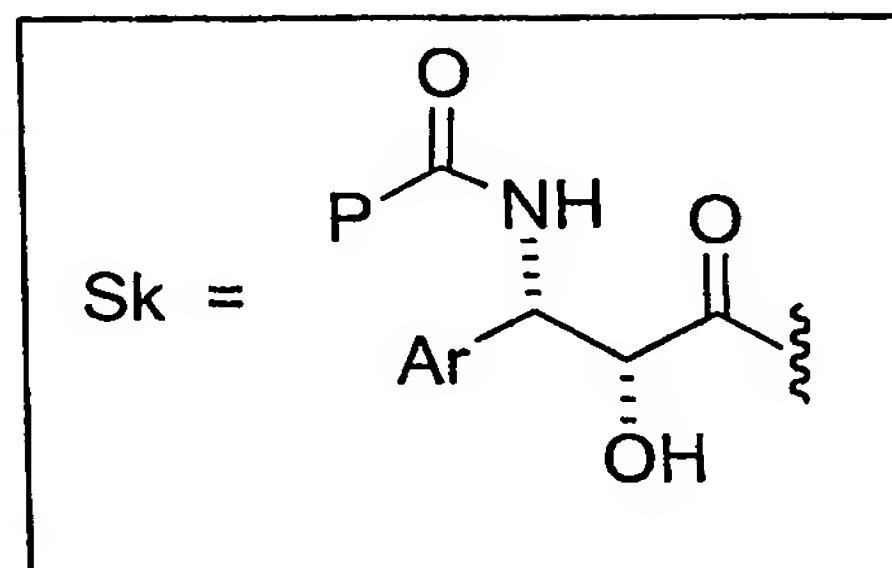
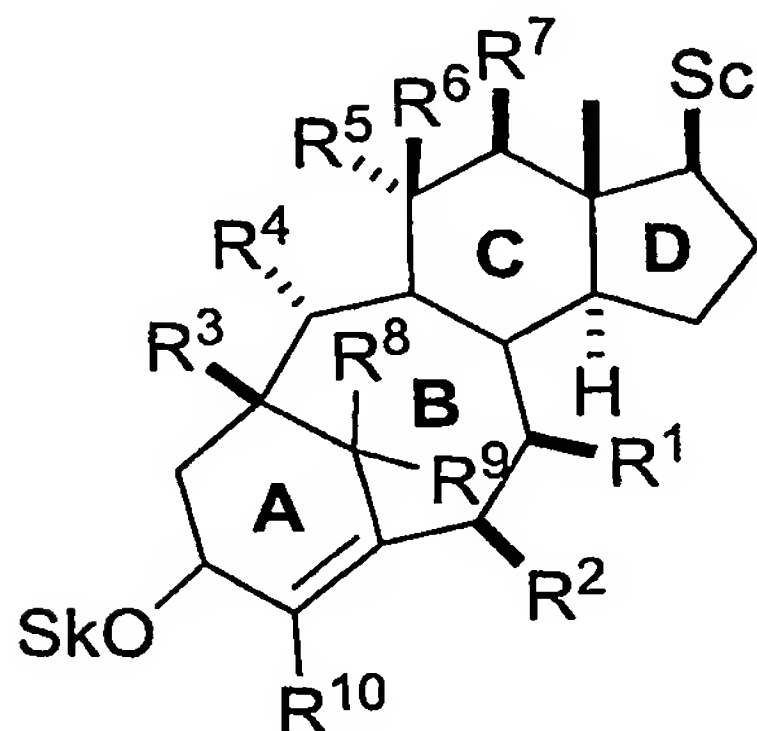
Transcurridas 2 h, se añadió una disolución saturada de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (15 mL) y la fase acuosa resultante se extrajo con éter. Los extractos etéreos reunidos se lavaron con una disolución saturada de  $\text{NaCl}$ , se secó sobre  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , y concentró a presión reducida para dar lugar a un residuo que se purificó mediante una cromatografía rápida en gel de sílice (3 % EtOAc/hexanos), proporcionando el deseado producto **XVII** con un 80 % de rendimiento.  $R_f = 0.37$  (10 % EtOAc/hexanos).  $R_f = 0.5$  (10 % EtOAc/hexanes), aceite amarillento.  $^1\text{H}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz,  $\delta$ ): 5.86 (1H, m, H-6), 5.45, 5.28 (2H, m, H-4', H-5'), 5.16 (2H, m, H-6a), 5.15 (2H, m, H-6a), 0.85 (6H, d,  $J = 6.6$  Hz, Me-26, Me-27), 0.88 (3H, s, Me-18).  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz,  $\delta$ ): 133.3 (C), 133.2 (CH), 121.1 (CH), 119.3 (CH<sub>2</sub>), 83.5 (C $\equiv$ ), 69.2 (C $\equiv$ ), 69.8 (CH<sub>2</sub>), 67.7 (C), 57.1 (CH), 51.3 (CH), 43.3 (C), 43.4 (CH<sub>2</sub>), 39.6 (CH), 39.5 (CH<sub>2</sub>), 35.85 (CH), 35.8 (CH<sub>2</sub>), 35.2 (CH), 34.6 (CH<sub>2</sub>), 33.0 (CH<sub>2</sub>), 31.5 (CH<sub>2</sub>), 30.25 (CH<sub>2</sub>), 28.0 (CH), 27.2 (CH<sub>2</sub>), 23.7 (CH<sub>2</sub>), 22.8 (CH<sub>3</sub>), 22.5 (CH<sub>3</sub>), 20.4 (CH<sub>2</sub>), 20.0 (CH<sub>2</sub>), 18.3 (CH<sub>3</sub>), 17.8 (CH<sub>3</sub>), 13.4 (CH<sub>3</sub>). EM-IQ<sup>+</sup> (m/e, I): 441 (MH<sup>+</sup>, 44), 423 (MH<sup>+</sup> - H<sub>2</sub>O, 100). HRMS calculado para  $\text{C}_{32}\text{H}_{57}\text{O}_2\text{Si}$  (MH<sup>+</sup>): 441.409642, encontrado 441.409447.



Una disolución del dienino **XVII** (100 mg, 0.23 mmol) en diclorometano (40 mL) se trató con el catalizador de Grubbs (17 mg, 0.02 mmol). La mezcla resultante se calentó a 50°C durante 24 h, que tras su enfriamiento a temperatura ambiente se concentró a presión reducida. El bruto resultante se purificó mediante una cromatografía en alúmina (3 % EtOAc/hexanos) para dar lugar al compuesto bicíclico deseado **XVIII**, con un rendimiento del 45 %.  $R_f = 0.50$  (10 % EtOAc/hexanos).  $^1\text{H}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz,  $\delta$ ): 6.19 (1H, d,  $J = 9.7$  Hz, H-4), 5.43 (1H, m, H-3), 5.34 (1H, m, H-6), 2.86 (1H, dd,  $J = 4.2$  Hz,  $J = 11.5$  Hz, H-10), 1.99 (1H, d,  $J = 11.5$  Hz, H-10), 0.852 (6H, d,  $J = 6.6$  Hz, Me-26, Me-27), 0.850 (3H, s, Me-18). EM-IQ<sup>+</sup> (m/e, I): 385 (MH<sup>+</sup>, 5), 367 (MH<sup>+</sup> - H<sub>2</sub>O, 37). HRMS calculado para  $\text{C}_{27}\text{H}_{45}\text{O}$  (MH<sup>+</sup>): 385.347041, encontrado 385.346825.

## REIVINDICACIONES

1.- Compuestos de formula (1), caracterizados por:



(1)

5

-  $R^1, R^2, R^3, R^4, R^5, R^6, R^7, R^8, R^9$  y  $R^{10}$  pueden ser un átomo de hidrógeno, un grupo aciloxi, alquilo, arilo, alquiltio, ariltio o alquílico con cadenas de  $C_1-C_{10}$ , en los que el radical puede ser alquílico lineal o ramificado de 1-10 átomos de carbono, alqueno de 2 a 10 átomos de carbono, alquino de 3 a 10 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalqueno de 4 a 6 átomos de carbono o bicicloalquilo de 7 a 10 átomos de carbono, estando sustituidos eventualmente estos radicales por uno o varios sustituyentes, idénticos o diferentes, elegidos entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxilo, alcoxi que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1 (eventualmente sustituido en 4 por un radical alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalqueno de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcoxycarbonilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente sustituido por uno o varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico nitrogenado saturado o insaturado de 5 ó 6 miembros, eventualmente sustituidos por uno o varios radicales alquilo que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales cicloalquilo, cicloalqueno o bicicloalquilo pueden estar eventualmente sustituidos por uno o varios radicales alquílicos de 1 a 4 átomos de carbono; y

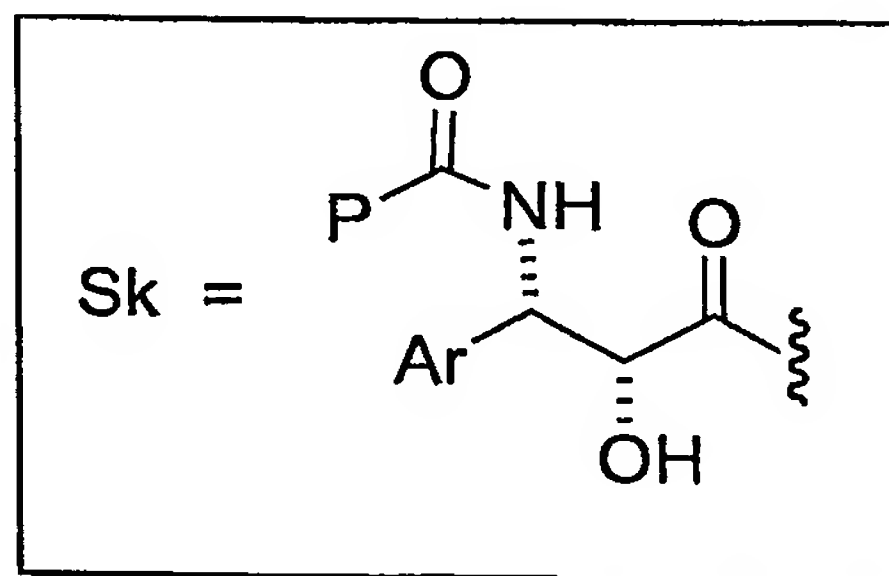
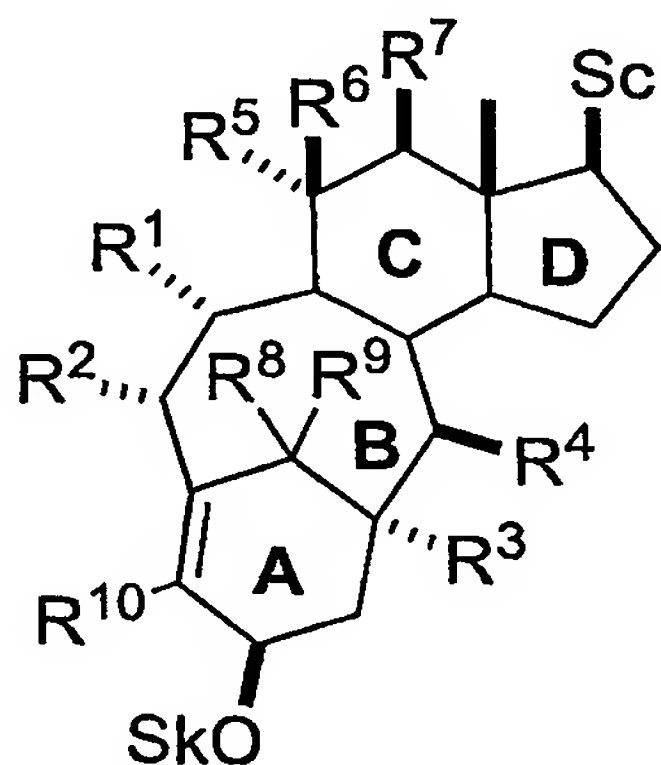
25

- Sc es la cadena lateral característica de los esteroides o un radical alquílico lineal o ramificado de 1-12 átomos de carbono, alqueno de 2 a 12 átomos de carbono, alquino de 3 a 12 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalqueno de 4 a 6 átomos de carbono, o bicicloalquilo de 7 a 10 átomos de carbono, estando sustituidos eventualmente estos radicales por uno o varios sustituyentes, idénticos o diferentes, elegidos

entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxilo, alcoxi que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1 (eventualmente substituido en 4 por un radical alquilo que contiene de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcóxicarbonilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente substituido por uno o varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico nitrogenado saturado o insaturado que contiene 5 ó 6 miembros, eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales cicloalquilo, cicloalquenilo o bicicloalquilo pueden estar eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquílicos de 1 a 4 átomos de carbono; y

- Sk es una cadena aminoácida análoga a la de los taxanos, en la que P representa a un grupo fenílico o un radical alcoxi con cadenas alquílicas de 1 a 10 carbonos, alquénílicas y alquinílicas de 3 a 10 carbonos, cicloalquílicas y cicloalquénílicas de 4 a 7 átomos en el anillo, fenilo o un compuesto heterocíclico, y Ar es un compuesto aromático.

- 2.- Compuestos de formula (2) caracterizados por:



(2)

20

- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> pueden ser un átomo de hidrógeno, un grupo aciloxi, alquiloxi, ariloxi, alquiltio, ariltio o alquílico con cadenas de C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, en los que el radical puede ser alquílico lineal o ramificado de 1-10 átomos de carbono, alquenilo de 2 a 10 átomos de carbono, alquinilo de 3 a 10 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono o bicicloalquilico de 7 a 10 átomos de carbono, estando substituidos eventualmente estos radicales por uno o varios substituyentes, idénticos o diferentes, elegidos entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxilo, alcoxi que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1

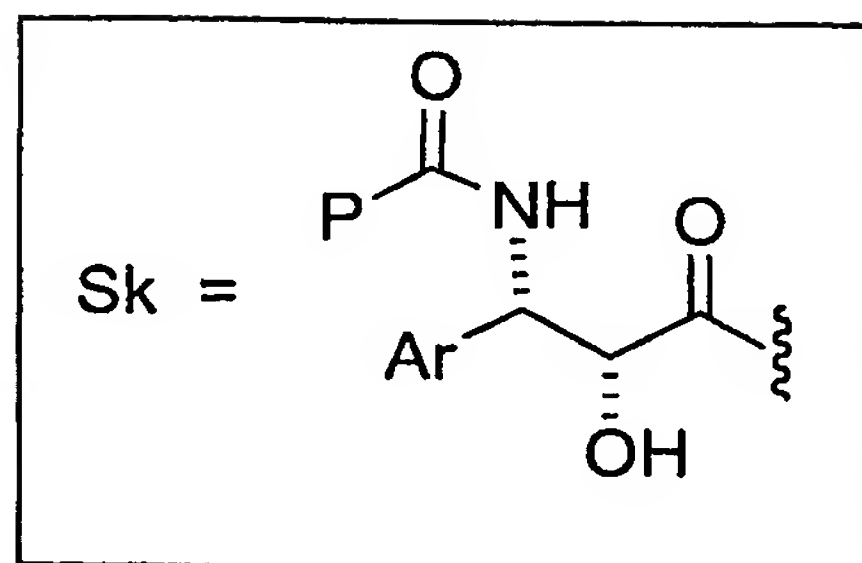
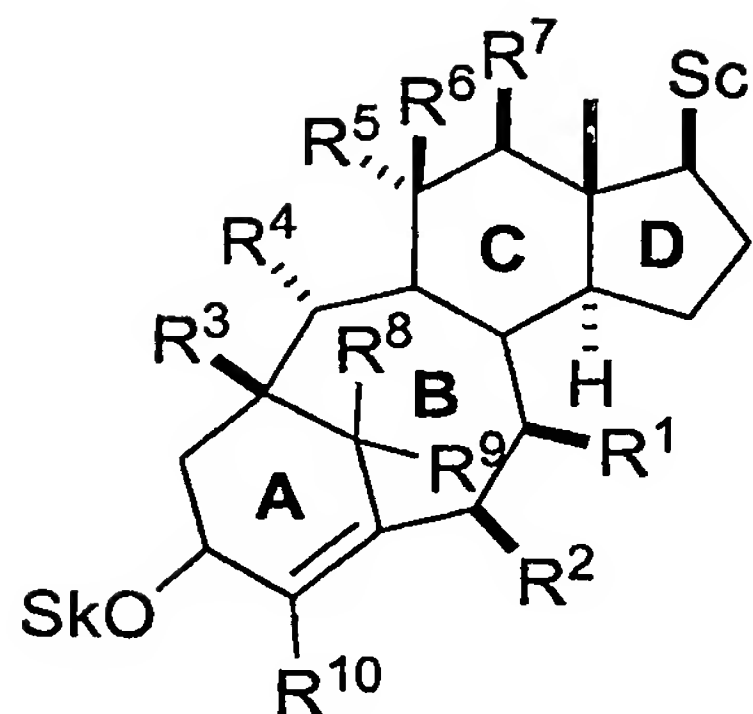
25

(eventualmente substituido en 4 por un radical alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcóxicarbonilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente substituido por uno o varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilos de 1 a 4 átomos de carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico nitrogenado saturado o insaturado de 5 ó 6 miembros, eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquilos que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales cicloalquilos, cicloalquenilos o bicicloalquilos pueden estar eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquílicos de 1 a 4 átomos de carbono; y

- Sc es la cadena lateral característica de los esteroides o un radical alquílico lineal o ramificado de 1-12 átomos de carbono, alquenilo de 2 a 12 átomos de carbono, alquinilo de 3 a 12 átomos de carbono, cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono, o bicicloalquílico de 7 a 10 átomos de carbono, estando substituidos eventualmente estos radicales por uno o varios substituyentes, idénticos o diferentes, elegidos entre los átomos de halógeno y los radicales hidroxí, alcoxi que contienen de 1 a 4 átomos de carbono, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo-1 (eventualmente substituido en 4 por un radical alquilo que contiene de 1 a 4 átomos de carbono o por un radical fenilalquilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono), cicloalquilo de 3 a 6 átomos de carbono, cicloalquenilo de 4 a 6 átomos de carbono, fenilo, ciano, nitro, carboxi o alcóxicarbonilo, cuya parte alquilo contiene de 1 a 4 átomos de carbono, o un radical fenilo, eventualmente substituido por uno o varios radicales, idénticos o diferentes, elegidos entre los radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono o alcoxi que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, un radical heterocíclico nitrogenado saturado o insaturado que contiene 5 ó 6 miembros, eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquilo de 1 a 4 átomos de carbono, entendiéndose que los radicales cicloalquilo, cicloalquenilo o bicicloalquilo pueden estar eventualmente substituidos por uno o varios radicales alquílicos de 1 a 4 átomos de carbono; y

- Sk es una cadena aminoacídica análoga a la de los taxanos, en la que P representa a un grupo fenílico o un radical alcoxi con cadenas alquílicas de 1 a 10 carbonos, alquenílicas y alquinílicas de 3 a 10 carbonos, cicloalquílicas y cicloalquenílicas de 4 a 7 átomos en el anillo, fenilo o un compuesto heterocíclico, y Ar es un compuesto aromático.

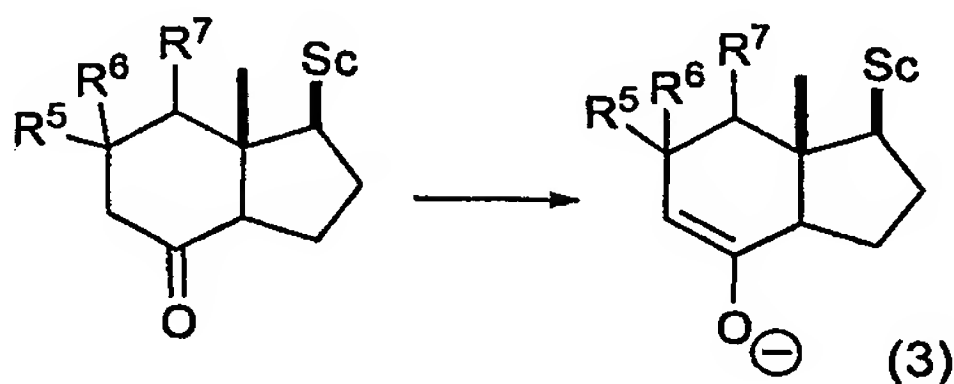
3.- Un procedimiento para la preparación de los compuestos de fórmula (1), caracterizado, como transformaciones sintéticas más destacadas, por las siguientes etapas:



(1)

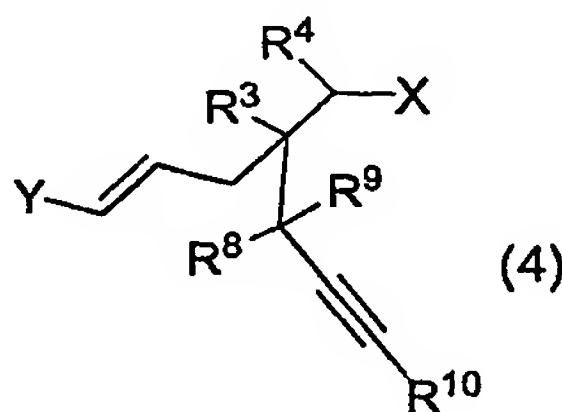
a) La alquilación del enolato cinético de las cetonas portadoras del anillo CD de los esteroides, de fórmula general (3),

5



(3)

con los apropiados agentes alquilantes de fórmula general (4),

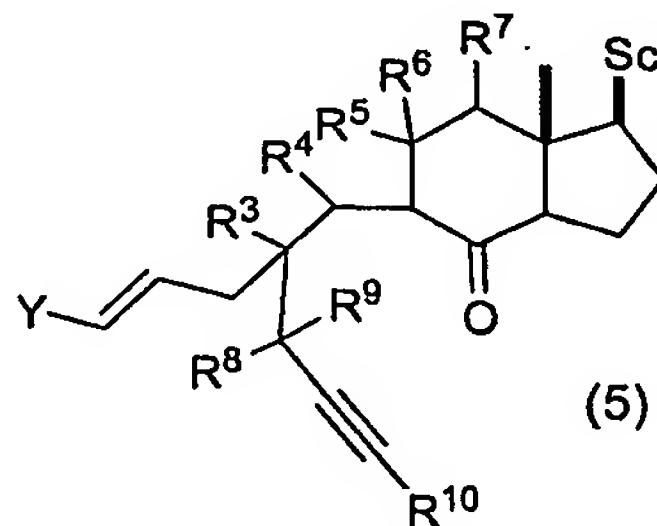


(4)

10

obteniéndose como producto de reacción compuestos de fórmula general (5), en los que los grupos Sc, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> presentan las características estructurales indicadas en la reivindicación 1, el grupo X puede ser un halógeno, un grupo sulfonato, cualquier otro buen grupo saliente o un grupo carbonilo, y el grupo Y puede ser un grupo metilo, propilo, etilo o isopropilo;;

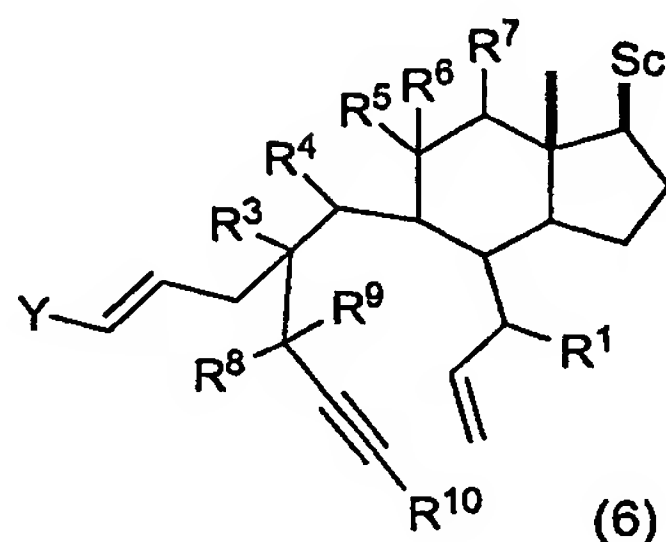
15



(5)

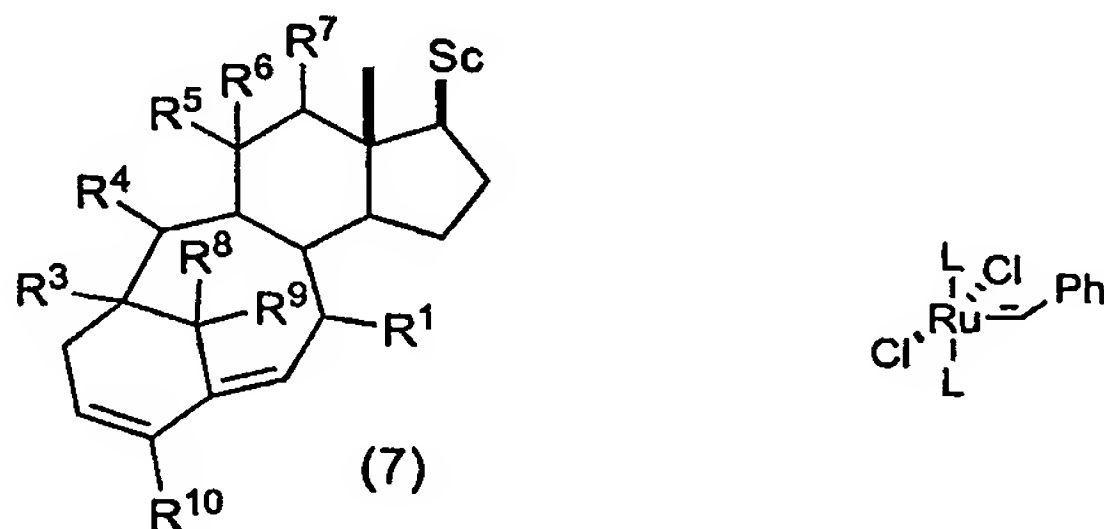


b) Alilación de los compuestos de fórmula general (5), de la anterior etapa a), en un disolvente inerte, para obtener los alcoholes correspondientes de fórmula general (6),



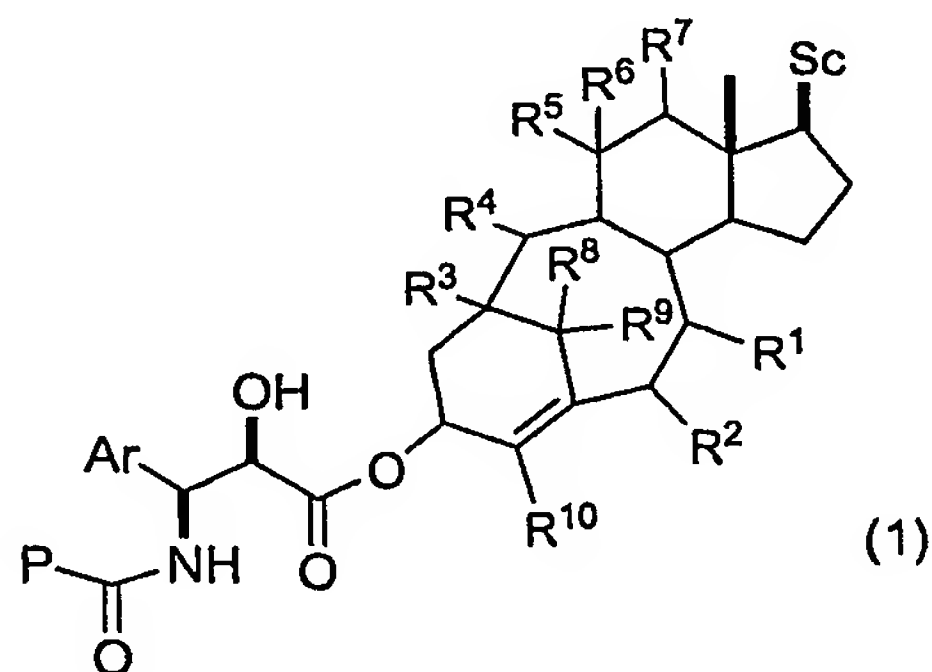
5 en los que los grupos Sc, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup>, R<sup>10</sup> e Y tienen las características descritas anteriormente, y el grupo R<sup>1</sup> presenta las características estructurales indicadas en la reivindicación 1.

10 c) Reacción de ciclación de metátesis de los dieninos de fórmula general (6) de la anterior etapa b), catalizada por los catalizadores metalocarbénicos característicos para este tipo de procesos y en un disolvente adecuado, obteniéndose productos de formula general (7),



en los que los grupos Sc, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> tienen el significado dado anteriormente.

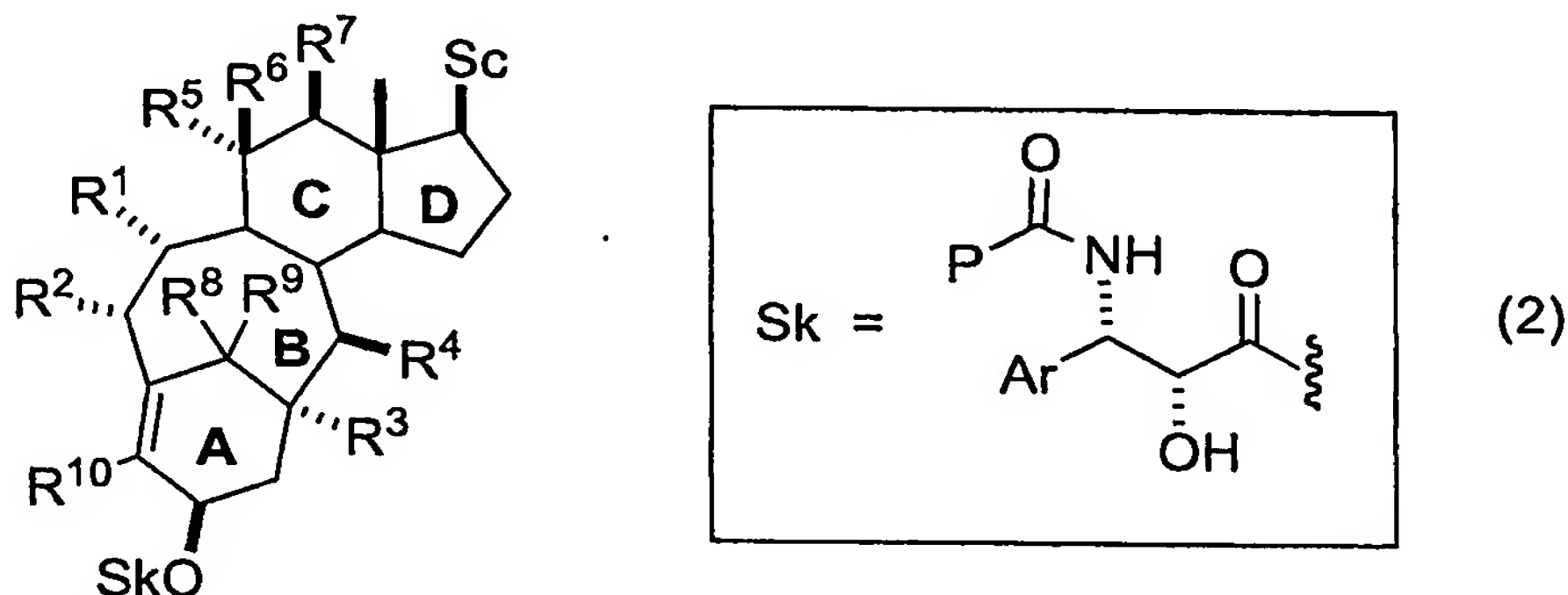
15 d) Las posteriores modificaciones de grupos funcionales, tales como, oxidaciones, reducciones, esterificaciones, alquilaciones, isomerizaciones, etc., para dar lugar a los compuestos de fórmula general (1),



en los que los grupos Sc, P, Ar, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> tienen el significado dado anteriormente en la reivindicación 1.

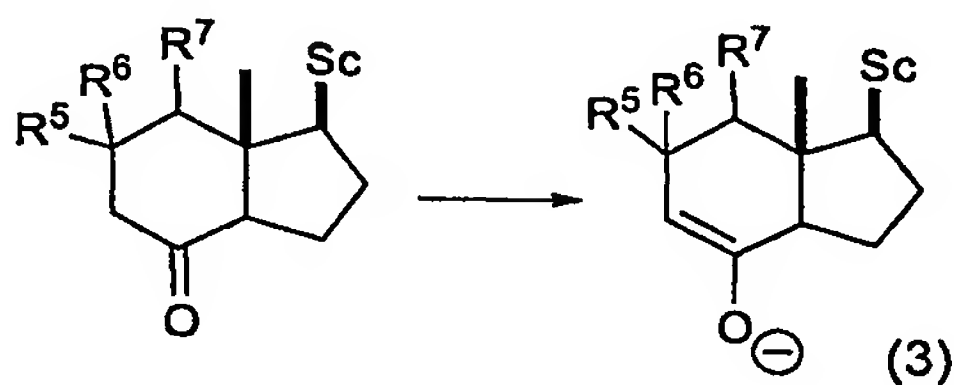
4.- Un procedimiento para la preparación de los compuestos de formula (2), caracterizado, como transformaciones sintéticas más destacadas, por las siguientes etapas:

5



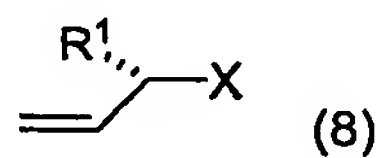
a) La alquilación del enolato cinético de cetonas portadoras del anillo CD de los esteroides, de fórmula general (3),

10



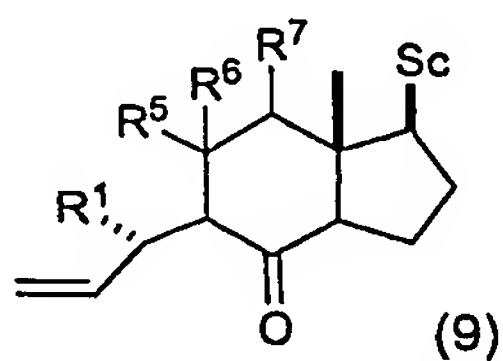
con los apropiados agentes alquilantes de fórmula general (8),

15

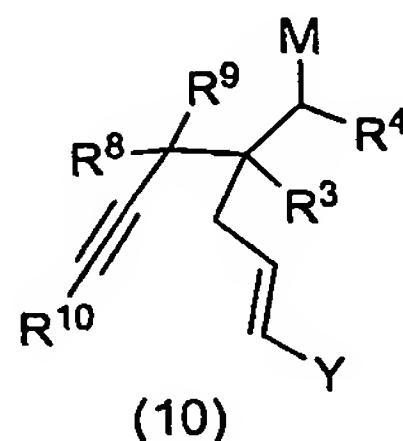


obteniéndose, como producto de reacción, compuestos de fórmula general (9), en los que los grupos Sc, R<sup>1</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, y R<sup>7</sup> presentan las características estructurales indicadas en la reivindicación 2, el grupo X puede ser un halógeno, grupo sulfonato o cualquier otro buen grupo saliente.

20



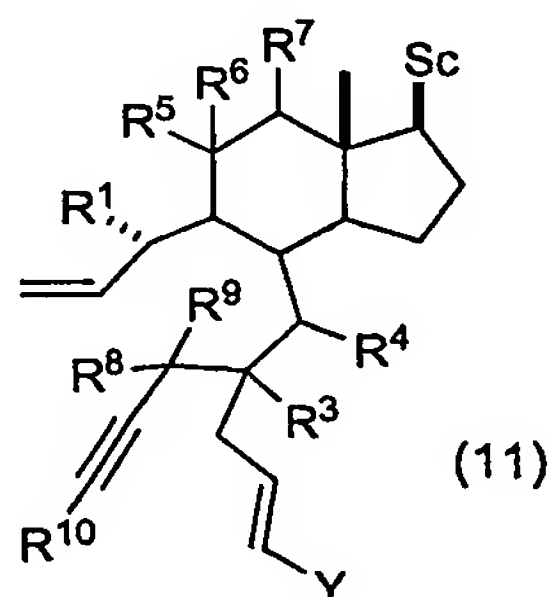
b) Alquilación del grupo carbonilo de los compuestos de fórmula general (9), de la anterior etapa a), en un solvente inerte, con los correspondientes compuestos organometálicos de fórmula general (10),



5

en los que los grupos  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  y  $R^{10}$  presentan las características estructurales indicadas en la reivindicación 2, M puede ser un metal de las características de Mg, Li, Na, etc., y el grupo Y puede ser un grupo metilo, propilo, etilo o isopropilo, para obtener los alcoholes correspondientes de fórmula general (11),

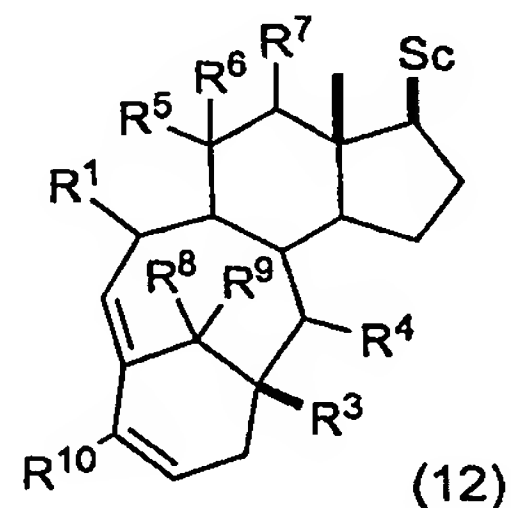
10



15

en los que los grupos Sc,  $R^1$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$ ,  $R^{10}$  e Y tienen el significado dado anteriormente.

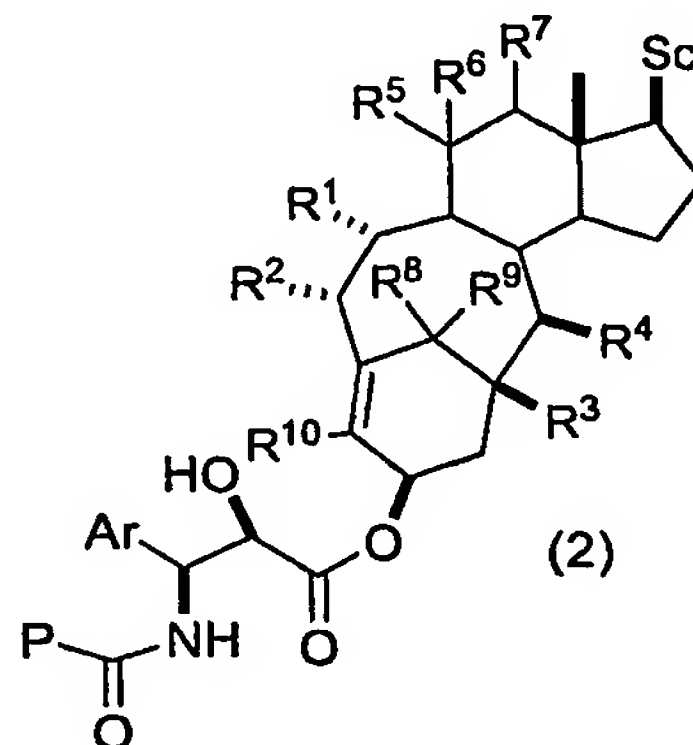
c) Reacción de ciclación por metátesis de los dieninos de formula general (11), de la anterior etapa b), catalizada por los catalizadores metalocarbénicos característicos para este tipo de procesos y en un disolvente adecuado, obteniéndose productos de fórmula general (12),



20

en los que los grupos Sc,  $R^1$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  y  $R^{10}$  tienen el significado anterior.

d) Las posteriores modificaciones de grupos funcionales, tales como oxidaciones, reducciones, esterificaciones, alquilaciones, isomerizaciones, etc., para dar lugar a los compuestos de fórmula general (2),



en los que los grupos Sc, P, Ar, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> y R<sup>10</sup> tienen el significado dado anteriormente en la reivindicación 2.

5.- Una composición farmacéutica, caracterizada porque contiene como ingrediente activo un compuesto de las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4, en una mezcla con el apropiado vehículo o transportador.

6.- Uso de los compuestos de fórmula general 1, 2, e intermedios sintetizados en la preparación de dichos compuestos, que presentan las fórmulas generales, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, en la fabricación de una composición farmacéutica antitumoral.

7.- Uso de los compuestos de fórmula general 1, 2, e intermedios sintetizados en la preparación de dichos compuestos, que presentan las fórmulas generales, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, en la fabricación de una composición farmacéutica antifúngica.

8.- Uso de los compuestos de fórmula general 1, 2, e intermedios sintetizados en la preparación de dichos compuestos, que presentan las fórmulas generales, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, en la fabricación de una composición farmacéutica antimicrobiana

9.- Uso de los compuestos de fórmula general 1, 2, e intermedios sintetizados en la preparación de dichos compuestos, que presentan las fórmulas generales, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, en la fabricación de una composición farmacéutica antivírica.

10.- Uso de los compuestos de fórmula general 1, 2, e intermedios sintetizados en la preparación de dichos compuestos, que presentan las fórmulas generales, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, en la fabricación de una composición farmacéutica inmunosupresora.



**PCT/ES2004/000313**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**